

Jörg Hartmann

# **Modellierung und Animation von Charakteren: Erstellung lehrunterstützender Materialien**

DIPLOMARBEIT  
eingereicht an der

**HOCHSCHULE MITTWEIDA**  

---

**UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**

Fachbereich Informationstechnik & Elektrotechnik  
Mittweida, 2009

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Klaus Müller  
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Sieglinde Klimant

Die vorgelegte Arbeit wurde am                      verteidigt.

## **Bibliographische Beschreibung**

Jörg Hartmann

Modellierung und Animation von Charakteren: Erstellung lehrunterstützender Materialien – 2009 – S. 60

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fachbereich Informationstechnik & Elektrotechnik, Diplomarbeit, 2009

## **Kurzreferat**

Ziel der Diplomarbeit ist es, einen Überblick über die Möglichkeiten der Charakter Modellierung und Animation mit 3dsmax zu geben. Dabei wurde besonderer Wert auf eine praxisnahe Beschreibung der Theorie gelegt. Des weiteren sind im Rahmen dieser Diplomarbeit Tutorials entstanden, die das Lehrmaterial an der Hochschule Mittweida im Bereich 3D Animation ergänzen.



## **Danksagung**

Ich möchte mich bei meinem Betreuer Prof. Dr.-Ing. Klaus Müller und meiner Zweitbetreuerin Dipl.-Ing. Sieglinde Klimant bedanken. Sie haben mich bei diese Arbeit unterstützt und halfen mir durch Ideen, Kritik und Aufzeigen von Schwächen bei der Verwirklichung dieser.

Ein besonderer Dank gilt an dieser Stelle meiner Familie, für ihren Rückhalt und ihre Unterstützung während des gesamten Studiums. Außerdem möchte ich mich bei Jana Höhnisch bedanken für ihre selige und moralische Unterstützung. Mit ihrer Kompetenz hat sie maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	I
Abkürzungsverzeichnis.....	IV
1. Einleitung.....	1
1.1. Ziel der Diplomarbeit.....	2
1.2. Software.....	3
2. Modellierung und Animation.....	6
2.1. Unterscheidung von Charakteren nach Anwendungsgebiete.....	7
2.1.1. Realtime Charaktere.....	8
2.1.2. Pre-rendered Charaktere.....	9
2.2. Arten der Modellierung.....	10
2.2.1. Subdivision-Modellierung.....	12
2.2.2. Spline-Patch-Käfig-Modellierung.....	14
2.2.3. NURBS-Modellierung.....	15
2.2.4. 3D Scanner.....	17
2.3. Animationsverfahren.....	18
2.3.1. Kinematik.....	20
2.3.2. Bones.....	28
2.3.3. Bipedes.....	30
2.3.4. Skinning.....	33
2.3.5. Secondary Motion.....	36
2.3.6. Motion Capture.....	44
3. Praktische Anwendung.....	46
3.1. Ziel der Tutorials.....	46
3.2. Arten der Tutorials.....	46
3.3. Tutorials im Rahmen der Diplomarbeit.....	50
3.3.1. Subdivision-Modellierung.....	51
3.3.2. Erstellen und Anpassen eines Bipedes.....	54

3.3.3. Erstellen eines individuellen Gehzyklus.....	56
4. Fazit und Auswertung.....	59
Anhang.....	61
Glossar.....	91
Literaturverzeichnis.....	94

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Cinema 4D UI.....	4
Abb. 2: Maya UI.....	4
Abb. 3: 3dsmax 6 UI.....	5
Abb. 4: Beispiel eines organischen Charakters.....	6
Abb. 5: Beispiel eines anorganischen Charakters.....	6
Abb. 6: Realtime Charakter.....	7
Abb. 7: Pre-rendered Charakter.....	7
Abb. 8: IdTech5 engine aus dem Computerspiel Rage.....	9
Abb. 9: Cryengine 2 aus dem Computerspiel Crysis Warhead.....	9
Abb. 10: Toy Story.....	10
Abb. 11: Ice Age.....	10
Abb. 12: Erstellen eines Kopfes.....	12
Abb. 13: Einfügen zusätzlicher Kanten und Flächen.....	12
Abb. 14: Modellierung der Augen des Kopfes.....	13
Abb. 15: fertiges Modell des Kopfes.....	13
Abb. 16: Spline Käfig.....	14
Abb. 17: aus Spline Käfig generierte Oberfläche.....	14
Abb. 18: NURBS bearbeiten.....	16
Abb. 19: NURBS-Linien.....	16
Abb. 20: NURBS-Fläche.....	16
Abb. 21: Scan Beginn.....	17
Abb. 22: Scan Ende.....	17
Abb. 23: Oberflächen Modell.....	19
Abb. 24: Multi-layered Modell.....	19
Abb. 25: unbewegter Zustand.....	21
Abb. 26: Drehung des ersten Objektes.....	21
Abb. 27: Drehung des zweiten Objektes (dies ist das Parent des ersten Objektes und Child des dritten Objektes ).....	21
Abb. 28: Drehung des letzten Objektes.....	21

---

Abb. 29: schematische Ansicht.....	22
Abb. 30: Berechnung der vorwärts gerichteten Kinematik.....	23
Abb. 31: Bewegung des Objektes grün.....	25
Abb. 32: Roboterhand: Finger in Ausgangsposition.....	26
Abb. 33: Roboterhand: Finger in Endposition.....	27
Abb. 34: Daumenobjekte mit Rotationspunkten.....	27
Abb. 35: IK Kette: Art der Berechnung.....	28
Abb. 36: einfacher Bone.....	29
Abb. 37: Bone-Parameter Menü.....	29
Abb. 38: Biped.....	30
Abb. 39: „Biped erstellen“ Rollout.....	30
Abb. 40: Schrittmodus.....	31
Abb. 41: mehrere Schritte erstellen.....	31
Abb. 42: Biped läuft.....	32
Abb. 43: Physique Stapel.....	34
Abb. 44: Haut Stapel.....	34
Abb. 45: angewendeter Physique-Modifikator.....	34
Abb. 46: angewendeter Haut-Modifikator.....	35
Abb. 47: Clothing mit reactor Start.....	37
Abb. 48: Clothing mit reactor Bewegung.....	37
Abb. 49: Key-Info Parameter im Bewegungs Rollout des Bipeds.....	38
Abb. 50: Biped schwingt Keule Start.....	38
Abb. 51: Biped schwingt Keule Bewegung.....	38
Abb. 52: Lip Sync Bones Mund zu.....	39
Abb. 53: Lip Sync Bones Mund auf.....	39
Abb. 54: Morph Posen.....	40
Abb. 55: Morph Parameter.....	40
Abb. 56: Morph Objekt.....	41
Abb. 57: ohne Muskulatur ungebeugter Zustand.....	42
Abb. 58: ohne Muskulatur gebeugter Zustand.....	42
Abb. 59: mit Muskulatur ungebeugter Zustand.....	43

---

Abb. 60: mit Muskulatur gebeugter Zustand.....	43
Abb. 61: ACT Muskulatur ungebeugter Zustand.....	43
Abb. 62: ACT Muskulatur gebeugter Zustand.....	43
Abb. 63: ACT Skelett.....	43
Abb. 64: ACT Muskulatur.....	43
Abb. 65: ACT Haut.....	43
Abb. 66: Motion Capture Datei öffnen.....	44
Abb. 67: Konvertierungsparameter für Motion Capture.....	44
Abb. 68: Lynda Character Rigging in Discreet 3dsmax 6.....	48
Abb. 69: Lynda Character Rigging in Discreet 3dsmax 6 Video: "Creating a Skeleton - Legs".....	48
Abb. 70: Präsentation der Tutorials am Beispiel der Charakter Modellierung.....	50
Abb. 71: Vorlage Tutorial Subdivision-Modellierung Charakter "Willy" Front.....	51
Abb. 72: Vorlage Tutorial Subdivision-Modellierung Charakter "Willy" Left.....	51
Abb. 73: fertige Vorlagen.....	52
Abb. 74: aus Quader erstellter Oberkörper als bearbeitbares Polygon.....	52
Abb. 75: "Geometrie bearbeiten" Palette.....	52
Abb. 76: Arm.....	53
Abb. 77: Bein.....	53
Abb. 78: Körper.....	53
Abb. 79: Kopf.....	54
Abb. 80: Hals.....	54
Abb. 81: Biped nach dem Erstellen.....	55
Abb. 82: angepasstes Biped .....	55
Abb. 83: Hüllen-Parameter der Arme.....	55
Abb. 84: Hüllen-Parameter der Beine.....	55
Abb. 85: Fenster "mehrere Schritte erstellen".....	56
Abb. 86: Gehzyklus Startposition.....	57
Abb. 87: Problem Arm rechts.....	57
Abb. 88: Problem Arm links.....	57
Abb. 89: fertige Animation Ansicht 1.....	58

Abb. 90: fertige Animation Ansicht 2.....	58
Abb. 91: fertige Animation Ansicht 3.....	58

Hinweis: Alle Bilder **ohne** Angabe von Quellen wurden vom Autor dieser Arbeit selber erstellt. Im Rahmen der Diplomarbeit kamen folgende Programme und Plugins zum Einsatz:

- 3dsmax
- Photoshop
- Open office
- ACT Version 1.6 Evaluation

## Abkürzungsverzeichnis

ACT	<b>A</b> bsolute <b>C</b> haracter <b>T</b> ools
DVD	<b>D</b> igital <b>V</b> ersatile <b>D</b> isk
IK	<b>I</b> nverse <b>K</b> inematik
Lip Sync	<b>L</b> ippen <b>S</b> ynchronisation
NURBS	<b>N</b> on <b>U</b> niform <b>R</b> ationale <b>B</b> ezier <b>S</b> plines
UI	<b>U</b> ser <b>I</b> nterfaces
DMCollection	<b>D</b> eformable <b>M</b> esh <b>C</b> ollection
CLCollection	<b>C</b> lothing <b>C</b> ollection

## 1. Einleitung

Virtuelle Charaktere begegnen uns heute fast überall: In Werbespot erklären sie uns die verschiedenen Produkte, in Filmen und Computerspielen unterhalten sie uns, in der Forschung und Lehre werden mit ihnen komplexe Zusammenhänge dargestellt und selbst in der Industrie finden sie ihre Anwendung. „Virtuelle Akteure bieten die Möglichkeit, textuelle Inhalte - neben der auditiven Wiedergabe - visuell darzustellen. Gestik und Mimik ergänzen die verbale Sprache. Die Gesamtdarstellung wird einprägsamer, und die anthropomorphe Gestalt ermöglicht eine emotionale Beziehung des Benutzers zum 3D Charakter.“<sup>1</sup>

Virtuelle Charaktere, die Animation und die dazugehörigen Verfahren sind keine neue Erfindung unserer Zeit. Sie haben ihren Ursprung in der traditionellen Zeichentrickanimation. „Als Vater der traditionellen Zeichentrickanimation kann Winsor McCay angesehen werden, der 1914 den ersten Zeichentrickfilm „Gertie the Trained Dinosaur“ produzierte.“<sup>2</sup> Dafür zeichnete er alle notwendigen Einzelbilder per Hand ohne eine spezielle Technik. Mit der Zeit, der Erfindung des Computers und dessen ständige Weiterentwicklung änderten sich die Bedingungen für die Produktion von Animationen. Bis heute werden immer umfangreichere Programme mit raffinierteren Werkzeugen erschaffen. Der Kreativität sind hier keine Grenzen gesetzt. Denkt man nur an die Vielzahl von Animationsfilmen wie Toy Story, Shrek und Monster AG, an die neuesten Computerspiele, die in der Darstellung der Umwelt und den Bewegungen der Charaktere immer realistischer werden oder an die vielen Special Effects in Kinofilmen. Trotz aller Technik und Software ist die Produktion eines virtuellen Charakters und der Animation eine große Herausforderung. Der Prozess bis zum fertigen Produkt ist immer noch aufwendig und komplex. Teilweise ist er sogar noch zeitintensiver als in der Vergangenheit geworden, da die Ansprüche mit den Möglichkeiten gewachsen sind.

---

1 Piesk, S. 1

2 Jackel, D.; Neunreither, S.; Wagner, F., S. 1



Die Erstellung der virtuellen Charaktere umfasst folglich zwei wesentliche Schritte: Die Modellierung und die Animation: „Animation bedeutet im ursprünglichen Sinne: zum Leben erwecken.[...] Es ist die Kunst einem virtuellem Charakter Leben einzuhauchen.“<sup>3</sup>

### 1.1. Ziel der Diplomarbeit

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist dem Leser einen Einblick in die Modellierung und Animation von 3D Charakteren in 3dsmax zu geben. Dazu wurden im Rahmen der Diplomarbeit drei Tutorials erstellt, die das schon vorhandene Unterrichtsmaterial im Bereich 3D Animation an der Hochschule Mittweida ergänzen sollen. Diese schon vorhandenen Tutorials beschreiben die Grundlagen im Umgang mit 3dsmax und sollen in erster Linie Anfängern einen Einstieg in das Themengebiet der 3D Animation geben. Die drei Tutorials die im Rahmen dieser Arbeit entstanden, richten sich vor allem an Nutzer die mit der grundlegenden Arbeitsweise von 3dsmax vertraut sind und sich für die Einführung in die Charakteranimation interessieren. Sie beinhalten die folgende Themengebiete:

- Charaktermodellierung mit Subdivision Modellierung
- Erstellen und Anpassen eines Bipeds
- Erstellen eines individuellen Gehzyklus

Im ersten Teil dieser Arbeit wird der theoretische Hintergrund zur Erstellung und Animation von Charakteren vorgestellt. Hier werden die verschiedenen Modellierungsmethoden beschrieben und ihre Vor- und Nachteile im Bezug auf die Charaktermodellierung erörtert. Des weiteren wird auf die Möglichkeiten der Charakteranimation mit 3dsmax eingegangen. So kann der Leser einen Überblick über die Werkzeuge zur Animation von Charakteren erhalten. Unter anderem umfasst der theoretische Teil der Arbeit die Animation von Charakteren sowohl mit den 3dsmax eigenen Bones-Systemen als auch mit Hilfe der Bipeds von Charakter Studio.

---

3 Tran, S. 3

Außerdem werden die Grundlagen der Secondary Motion erklärt, welche einen Charakter, durch hinzufügen von Objekten, die nicht direkt Bestandteil der Charakteranimation sind, realistischer wirken lassen. Der Leser hat so die Möglichkeit am Ende des theoretischen Teils einen Überblick über die Möglichkeiten der Modellierung und Animation von Charakteren mit 3dsmax zu erhalten.

Im zweiten Teil wird auf die praktische Umsetzung der drei Tutorials eingegangen und beschrieben wie diese entstanden sind. Dabei werden die erworbenen Kenntnisse aus dem theoretischen Teil als Grundlage für die Praxis vorausgesetzt und kommen so zur praktischen Anwendung.

Im Anhang sind schließlich die erstellten Tutorials zu den Themen „Modellierung und Animation von Charakteren“ zu finden. So kann das in Kapitel 2. und 3. erworbene Wissen sofort praktisch umgesetzt werden.

## 1.2. Software

Im Bereich der 3D Animation ist die Vielfalt der zur Verfügung stehenden Programme sehr umfangreich. Je nach Anforderung an das Projekt hat der Nutzer die Wahl zwischen einfachen Einsteigerprogrammen, die wenige 100 Euro kosten oder gar kostenlos sind, wie DAZ Studio 3 von DAZ Productions Inc.<sup>4</sup>, Art of Illusion<sup>5</sup> und Wings 3D<sup>6</sup>, bis hin zu professionellen 3D Softwarepaketen für mehrere 1000 Euro. Von diesen sollen die bekanntesten nachfolgend kurz vorgestellt werden.

Zu den bekanntesten Programmen im professionellen Bereich gehören unter anderem Cinema 4d der Firma „Maxon“, Maya von „Autodesk“ und 3dsmax ebenfalls von „Autodesk“. Diese Programme kommen sowohl im semiprofessionellen als auch im professionellen Bereich zum Einsatz. Die Wahl des verwendeten Programms ist vom persönlichen Geschmack des Nutzers und seinen Kenntnissen im Umgang mit der

4 vgl. [http://www.daz3d.com/ii/software/daz\\_studio3/download?\\_m=d](http://www.daz3d.com/ii/software/daz_studio3/download?_m=d), 15.08.2009

5 vgl. <http://aoi.sourceforge.net/index>, 15.08.2009

6 vgl. <http://www.wings3d.com/>, 15.08.2009

jeweiligen Software abhängig. Da die einzelnen Programme sehr komplex sind, ist ein umfassendes Wissen in allen kaum möglich.

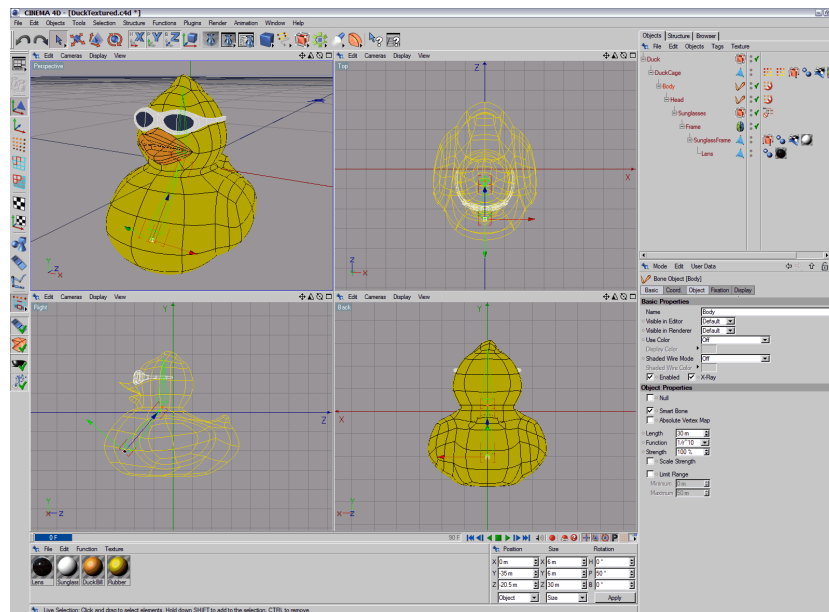


Abb. 1: Cinema 4D UI<sup>7</sup>

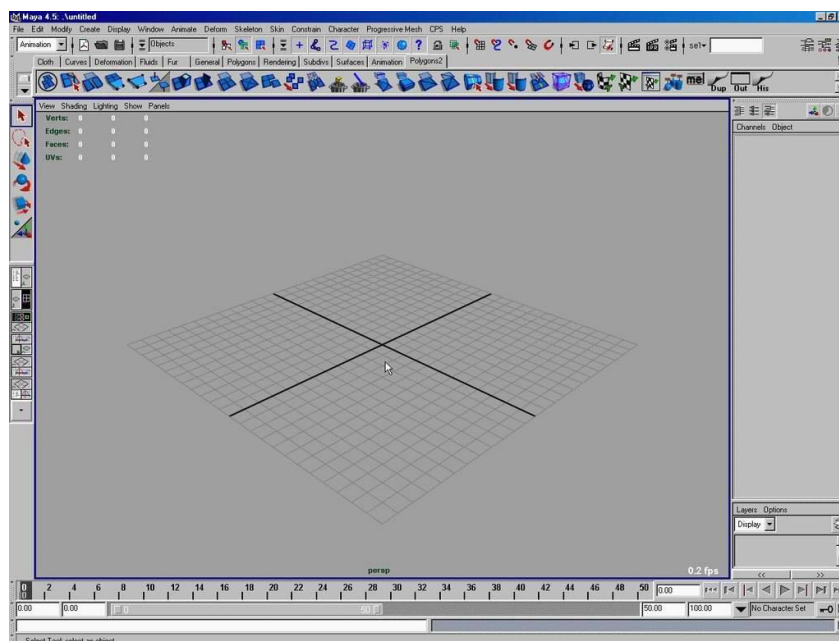


Abb. 2: Maya UI<sup>8</sup>

7 <http://mentallic.planetunreal.gamespy.com/Tutorial/Images/UI.jpg>, 08.06.2009

8 <http://images.gamedev.net/features/reviews/cinema4d9/Image2.gif>, 08.06.2009

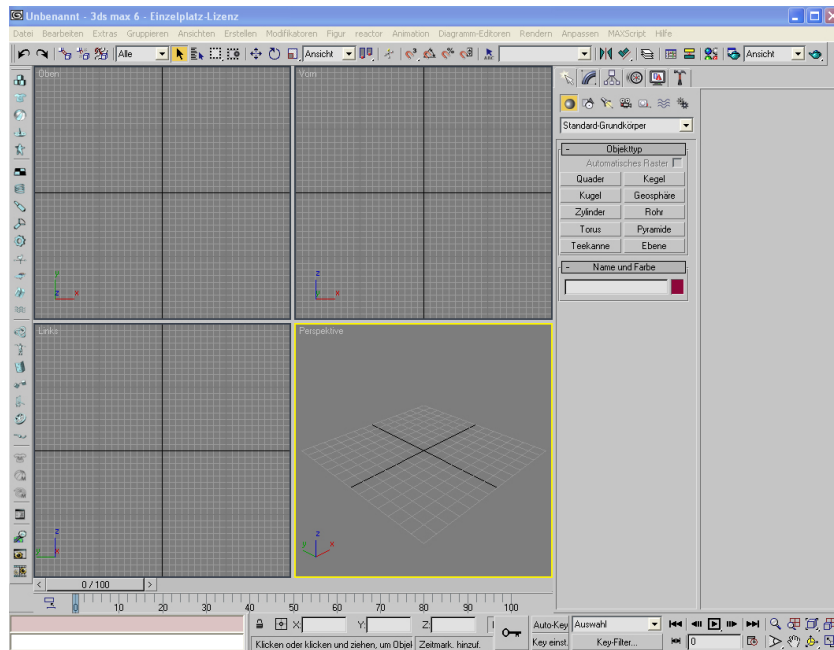


Abb. 3: 3dsmax 6 UI

Die Abbildungen 1, 2 und 3 sollen einen Eindruck der unterschiedlichen User Interfaces der drei Programme wiedergeben.

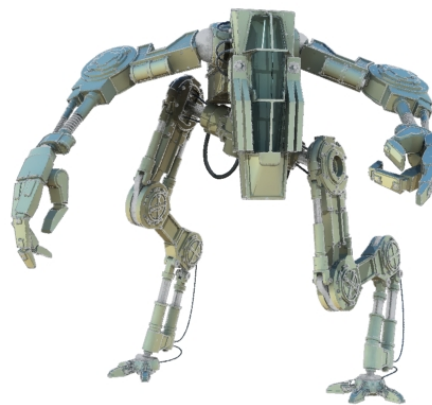
Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird die Software 3dsmax (Version 6.0) verwendet. Dafür sprechen verschiedene Gründe: Der ausschlaggebendste und wesentlichste Grund ist, dass an der Hochschule Mittweida für Unterrichtszwecke hauptsächlich 3dsmax zum Einsatz kommt. Daher kam von Anfang an keine Alternative zu diesem Programm für die Erstellung der Tutorials in Frage. Des weiteren lassen sich Charakteranimationen mit keinem anderen Programm so relativ einfach, schnell und ohne die Verwendung von zusätzlichen Modulen (eine Art von Plugins) erstellen. Letztlich ist mir als Autor der Umgang mit 3dsmax sehr vertraut. Da ich mit diesem Programm seit etwa 15 Jahren arbeite, kenne ich die Funktionsweise, das Zusammenwirken der verschiedenen Komponenten und deren Einsatz sehr gut.

## 2. Modellierung und Animation

Bevor sich die Frage stellt, mit welcher Methode man einen Charakter modelliert und animiert, sollte als erstes klar sein, für welchen Verwendungszweck dieser bestimmt ist und ob es sich bei ihm um einen organischen oder anorganischen Charakter handelt. Als organische Charaktere lassen sich die bezeichnen, deren Ursprung in der Natur liegt, also solche die Lebewesen repräsentieren, wie zum Beispiel Menschen oder Tiere. Als anorganische Charaktere werden dagegen die bezeichnet, die einen nicht natürlichen Ursprung haben, wie zum Beispiel Maschinen oder Roboter.



*Abb. 4: Beispiel eines organischen Charakters*



*Abb. 5: Beispiel eines anorganischen Charakters*

Abbildung 4 zeigt einen organischen Charakter, während in Abbildung 5 ein anorganischer Charakter abgebildet ist. Für die Komplexität eines Charakters spielt die Unterscheidung in organische oder anorganische keine Rolle. Jedoch sind, wie in den Kapiteln 2.2. und 2.3.2. noch zu sehen sein wird, bei der Modellierung und Animation dieser Charakter einige Besonderheiten zu beachten.

## 2.1. Unterscheidung von Charakteren nach Anwendungsgebiete

In der modernen 3D Computeranimation unterscheidet man im wesentlichen zwischen zwei Arten der Charaktermodellierung, welche sich aus ihren Anwendungsgebieten ergeben. Das sind zum einen die Realtime Charaktere und zum anderen die Pre-rendered Charaktere. Abbildung 6 zeigt einen Realtime Charakter ohne Texturen. Abbildung 7 zeigt einen Pre-rendered Charakter mit Texturen und Beleuchtung.

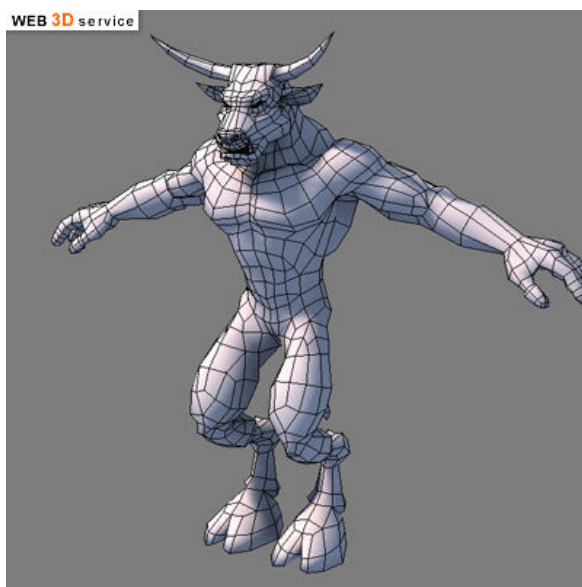


Abb. 6: Realtime Charakter<sup>9</sup>



Abb. 7: Pre-rendered Charakter<sup>10</sup>

Wenn von Charakteranimation die Rede ist, sind im allgemeinen nur die Charakter gemeint, die einen organischen Ursprung haben, da sich mit diesen das vollständige Gebiet der Charakteranimation beschreiben lässt.

9 <http://www.turbosquid.com/FullPreview/Index.cfm/ID/244541>, 20.03.2009

10 [http://www.daz-art.com/hi\\_poly\\_tut.htm](http://www.daz-art.com/hi_poly_tut.htm), 20.03.2009

### 2.1.1. Realtime Charaktere

Als **Realtime Charaktere** werden die Charakter bezeichnet, die, wie schon aus dem Namen hervorgeht, in Echtzeit gerendert werden. Sie dienen beispielsweise als Figuren in interaktiven Computerspielen oder werden als Live Performances<sup>11</sup> mittels Motion-Capture<sup>12</sup> visualisiert. Bei den Realtime Charakteren steht hauptsächlich das Problem der unterschiedlichen Leistungsfähigkeit des jeweiligen Systems, auf dem sie dargestellt werden, im Mittelpunkt. Wichtig bei der Erstellung von Realtime Charakteren ist, dass sie aus möglichst wenig Polygonen bestehen. Die daraus resultierende Detailarmut wird später über die Verwendung von detailreicheren Texturen kompensiert. Da ein Realtime Charakter vom System immer wieder in Echtzeit neu und möglichst schnell berechnet werden muss, ist die richtige Balance zwischen Polygonanzahl und Texturdetails sehr wichtig.<sup>13</sup>

Moderne Grafik-Engines<sup>14</sup> sind durchaus in der Lage eine hohe Polygonanzahl mit dementsprechend hohen Texturauflösungen darzustellen. Allerdings ist hierbei eine entsprechende Leistung des Systems von grundlegender Voraussetzung. Nur so wird eine flüssige Bildwiederholung gewährleistet. Zu den derzeit aktuellen Engines gehören die „idTech5“ Engine (Abbildung 8) von „id“, welche theoretisch eine Texturauflösung von bis zu 128000 x 128000 Pixeln<sup>15</sup> unterstützt und die „Cryengine 2“ (Abbildung 9) von Crytek, welche eine Texturauflösung von bis zu 4096 x 4096 Pixeln<sup>16</sup> ermöglicht.

---

11 Live Performances: im Bezug auf Motion Capture werden die Daten in Echtzeit vom Actor auf den virtuellen Charakter übertragen

12 Motion Capture: von engl. *motion*, Bewegung und *capture*, Erfassung

13 vgl. Olmos, S.16

14 Engines, „Die Grafik-Engine ist für die grafische Darstellung auf dem Bildschirm verantwortlich.“  
(<http://de.wikipedia.org/wiki/Game-Engine>, 25.06.2009)

15 vgl. <http://www.golem.de/0908/68902.html>, 10.08.2009

16 vgl. <http://www.cryengine2.com/?pnr=1&conid=2>, 10.08.2009



Abb. 8: IdTech5 engine<sup>17</sup> aus dem Computerspiel Rage



Abb. 9: Cryengine 2<sup>18</sup> aus dem Computerspiel Crysis Warhead

### 2.1.2. Pre-rendered Charaktere

Im Gegensatz zu den Echtzeit-Charakteren sind die **Pre-rendered Charaktere** um ein Vielfaches detaillierter und umfangreicher. Sie zeichnen sich durch eine hohe Anzahl von Polygonen aus und ihre Texturen sind meistens wesentlich komplexer als die der Echtzeit-Charaktere. Diese Unterschiede ergeben sich daraus, dass Pre-rendered Charaktere nicht in Echtzeit, sondern auf einem bestimmten Softwaresystem modelliert, animiert und anschließend in Einzelbildern oder als fertiger Film herausgerendert werden. Die so entstandenen Bilder oder Filme sind im nachhinein nicht mehr veränderbar, da es sich hierbei um einen fertigen Animationsfilm handelt.

Aufgrund ihrer hohen Detailgenauigkeit haben die Pre-rendered Charaktere schon seit langen einen festen Platz in der Film- und Fernsehproduktion. Kaum ein moderner Animationsfilm kommt heutzutage noch ohne sie aus.

17 <http://www.shacknews.com/screenshots.x?gallery=8087#img103546>, 20.03.2009

18 <http://crysiswarhead.ea.com/media/p/8.aspx>, 20.03.2009





Abb. 10: Toy Story<sup>19</sup>



Abb. 11: Ice Age<sup>20</sup>

Die Abbildungen 10 und 11 zeigen zwei Beispiele für Pre-rendered Charaktere in bekannten Animationsfilmen.

## 2.2. Arten der Modellierung

Um einen Charakter zu erstellen stehen dem Nutzer verschiedene Arten der Modellierung zur Verfügung. Dabei haben sich folgende Arten der Modellierung durchgesetzt:

- Subdivision-Modellierung
- Spline-Patch-Käfig-Modellierung
- NURBS Modellierung

Des weiteren wird in Kapitel 2.2.4. noch eine weitere Art der Erstellung von Charakteren beschrieben: Das 3D Scanner Verfahren.

Diese Verfahren decken nicht alle zur Verfügung stehenden Arten der Modellierung ab, stellen jedoch die am häufigsten in der Charakteranimation verwendeten dar und

<sup>19</sup> [http://www.querocolorir.com.br/imagem/toy-story\\_164/toy-story\\_01.jpg](http://www.querocolorir.com.br/imagem/toy-story_164/toy-story_01.jpg), 20.03.2009

<sup>20</sup> <http://www.cinepaenz.de/04/images/iceage.jpg>, 20.03.2009

bilden aus diesem Grund die Basis für die Modellierung von Charakteren.<sup>21</sup> Zu beachten ist, dass diese Modellierungsverfahren nicht nur bei 3dsmax, sondern auch bei anderen 3D Programmen Anwendung finden. Die Wahl des jeweiligen Verfahrens ist dabei abhängig von der zur Verfügung stehenden Zeit für das Projekt und dem Verwendungszweck des späteren Modells. Die verschiedenen Methoden haben außerdem unterschiedliche Stärken und Schwächen, deren Vor- und Nachteile bei der Auswahl der zum Einsatz kommenden Modellierungsarten genau abgewogen werden sollten. Nicht zuletzt sind sie auch miteinander kombinierbar, so dass ein einzelner Charakter mit Hilfe verschiedener Verfahren erstellt werden kann.

An dieser Stelle soll noch einmal auf die Unterscheidung zwischen organischen und anorganischen Charakteren eingegangen werden. Wie im Kapitel 2 schon beschrieben wurde, spielt die Art der Modellierung bei ihnen zwar keine Rolle, jedoch unterscheiden sich diese deutlich durch ihren Aufbau. Während die organischen Charaktere meist aus nur einem zu modellierenden Objekt bestehen, sind die anorganischen Charaktere meist aus mehreren Objekten aufgebaut, die dann in ihrer Gesamtheit den kompletten Charakter ergeben. Dieser unterschiedliche Aufbau erklärt sich hauptsächlich durch die spätere Betrachtung im Bezug auf die Animation von Charakteren (siehe Kapitel 2.3.).

Im folgenden werden die einzelnen Modellierungsverfahren zur Erstellung von Charakteren näher erläutert um so einen Überblick über deren Besonderheiten zu schaffen.

---

<sup>21</sup> vgl. Olmos, S. 48

### 2.2.1. Subdivision-Modellierung

Bei der **Subdivision-Modellierung** handelt es sich um eine der meist verwendeten Modellierungstechniken. Gerade für Einsteiger bietet diese Art der Objekt- und Charakter Modellierung die Möglichkeit übersichtlich und schnell sowohl Low-Polygon Charaktere<sup>22</sup> als auch High-Polygon Charaktere<sup>23</sup> zu erstellen. Grundlage für die Subdivision-Modellierung ist meist ein einfacheres Grundobjekt, welches aus mehreren Polygonen besteht. Die Größe dieses Objektes und die Anzahl der Polygone richtet sich dabei nach der Form und Größe des zu erstellenden Zielobjektes. Im Grunde kann man sich die Arbeit bei der Subdivision-Modellierung wie die eines Bildhauers vorstellen, der aus einem einfachen Steinquader eine Figur erschafft. Zuerst wird die grobe Form des Objektes mit Hilfe verschiedener Manipulationsverfahren herausgearbeitet (Abbildung 12). Im späteren Verlauf werden dann neue Details hinzugefügt, um sich langsam der endgültigen Form des zu erstellenden Objektes anzunähern (Abbildung 13). Natürlich ist auch hier der spätere Verwendungszweck für den Charakter ausschlaggebend dafür, wie detailliert das Objekt sein soll.<sup>24</sup>

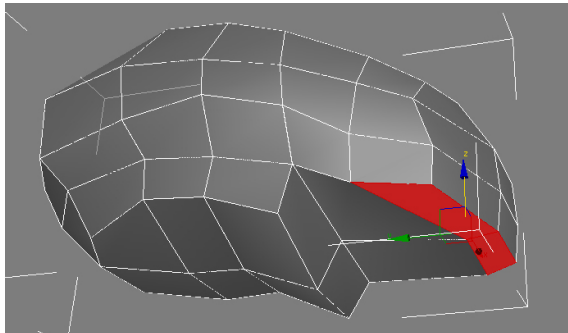


Abb. 12: Erstellen eines Kopfes

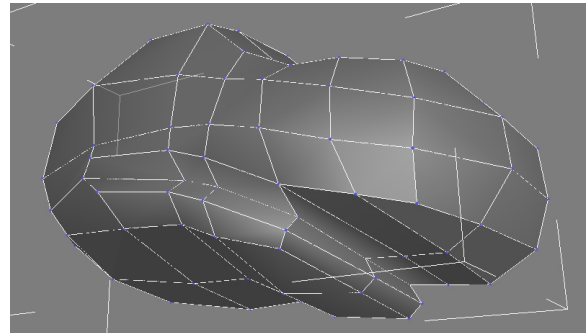


Abb. 13: Einfügen zusätzlicher Kanten und Flächen

22 Ein Low-Polygon Charakter besteht aus einer geringen Anzahl von Flächen (maximal 5000 Flächen).

23 Ein High-Polygon Charakter hingegen besteht aus einer großen Anzahl von Flächen (über 5000 Flächen).

24 vgl. Olmos, S. 92

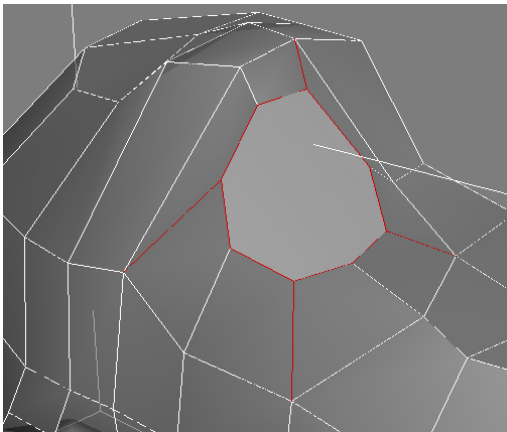


Abb. 14: Modellierung der Augen des Kopfes

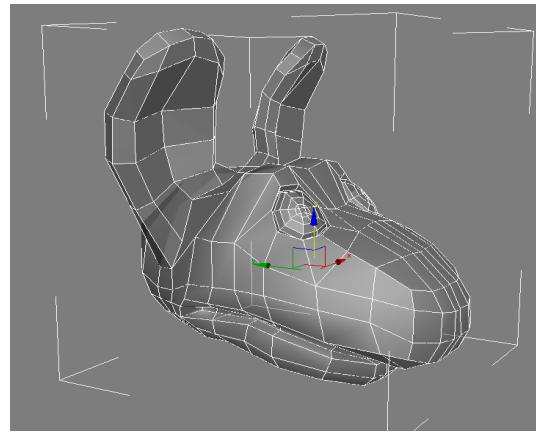


Abb. 15: fertiges Modell des Kopfes

Die Abbildungen 14 und 15 zeigen wie aus einem Grundkörper, in diesem Fall einem Quader, durch Veränderung und Einfügen von Scheitelpunkten, Kanten und Flächen ein komplexer Kopf entsteht.

Allerdings hat die Subdivision-Modellierung auch ihre Nachteile. So entstehen bei der Erstellung der Objekte des öfteren unnötige Scheitelpunkte, die das Objekt komplex und unübersichtlich machen. Aus diesem Grund sollte man zu Beginn der Modellierung mit diesem Verfahren darauf achten mit einem Objekt zu beginnen, welches aus nicht zu vielen Scheitelpunkten besteht. Fehlende Details können während der späteren Modellierung immer noch durch Einfügen zusätzlicher Scheitelpunkte, Kanten und Flächen hinzufügen werden.

Die Subdivision-Modellierung eignet sich, sowohl zum Erstellen von Realtime Charakteren, als auch zum Erstellen von Pre-rendered Charakteren. Mit ihr können sowohl Low-Polygon Charakter als auch High-Polygon Charakter erstellt werden. So ist es bei der Subdivision-Modellierung zum Beispiel auch möglich aus einem einmal modellierten Low-Polygon Charaktere, durch Aufsetzen von Verfeinerungsverfahren schnell und einfach einen High-Polygon Charakter zu erhalten. Dieser eignet sich dann für hochauflösende Bilder und Animationen.

### 2.2.2. Spline-Patch-Käfig-Modellierung

Bei der **Spline-Patch-Käfig-Modellierung** handelt es sich um eine wesentlich komplexere Methode der Objektmodellierung. Bei ihr werden zu Beginn mehrere Splines erstellt, die der Form des späteren Objektes entsprechen. Sind genügend viele Splines vorhanden, kann mit ihnen eine neue Oberfläche erzeugt werden. Diese orientiert sich genau an der Form der Splines. Die Spline-Patch-Käfig-Modellierung ist sehr aufwendig und erfordert ein gutes räumliches Vorstellungsvermögen und einen versierten Umgang mit der benutzten Software. Sie ist im Grunde eine Weiterentwicklung der Patch-Modellierung. Bei dieser wurde ursprünglich ein Patchraster so lange verformt, bis es dem gewünschten Ergebnis entsprach.

Ein Vorteil der Erstellung eines Charakters mittels Splines ist, dass der entstehende Käfig nur aus den wirklich notwendigen Scheitelpunkten besteht. Das bedeutet, dass man trotz eines sehr hochauflösenden Modells relativ wenige Flächen hat. Bei der Spline-Patch-Käfig-Modellierung wird also die Oberfläche (Abbildung 17) über die erstellten Splines (Abbildung 16) generiert.

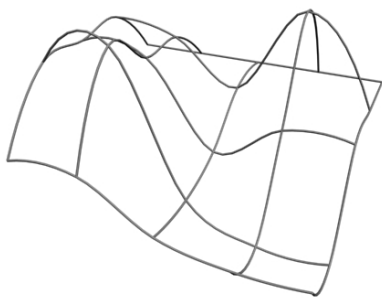


Abb. 16: Spline Käfig

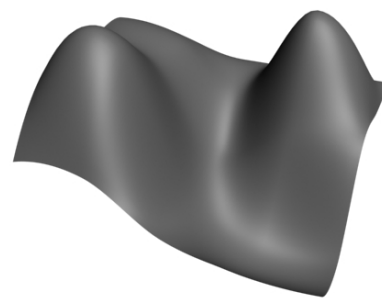


Abb. 17: aus Spline Käfig generierte Oberfläche

Auch wenn ein Spline-Patch-Käfig-Modell aus weniger Scheitelpunkten besteht, ist die Berechnung jedoch aufwendiger, als bei der Subdivision-Modellierung. Der Grund dafür sind die mathematischen Algorithmen zur Generierung der Splines und

damit auch der Oberflächen. Die Splinekurve zwischen zwei Endpunkten und mindestens zwei Tangentenvektoren wird mit Hilfe des Bezier-Algorithmus interpoliert.<sup>25</sup> Daher eignet sich Spline-Patch-Käfig-Modellierung lediglich zum Erstellen von Pre-rendered Charakteren und ist zum Erstellen von Realtime Charakteren eher ungeeignet.

Bei der Erstellung eines Charakters werden die Modellierungsverfahren auch häufig miteinander kombiniert um ein optimales Ergebnis zu erreichen. So kommt es zum Beispiel durchaus vor, dass ein Gesicht mit Hilfe der Spline-Patch-Käfig-Modellierung entsteht, während der Rest des Körpers durch die Subdivision-Modellierung erstellt wird.<sup>26</sup>

### 2.2.3. NURBS-Modellierung

Eine weitere Modellierungsmethode ist die **NURBS-Modellierung** (Non-Uniform Rational Bezier-Splines). Diese soll hier nur kurz erwähnt werden, da sie im allgemeinen eher selten bei der Modellierung von Charakteren zum Einsatz kommt. Wie aus dem Namen schon hervorgeht, ist die NURBS-Modellierung eine Weiterentwicklung der Spline-Patch-Käfig-Modellierung und findet überall da Anwendung, wo organische Formen und dynamische Auflösungen von Geometrien nötig sind.<sup>27</sup> So kommt sie, ähnlich wie die Spline-Patch-Käfig-Modellierung, überall da zum Einsatz, wo ein hohes Maß an Detailgenauigkeit erforderlich ist. Diese Methode eignet sich zum Beispiel bei der Erstellung von Gesichtern, Händen und Füßen. Sie hat, genauso wie die Spline-Patch-Käfig-Modellierung, den Vorteil, dass während der Erstellungsphase des Objektes, immer an der endgültigen Version gearbeitet wird. Das soll heißen, dass die erstellten NURBS-Linien immer die spätere fertige Oberfläche definieren.

Ein großer Vorteil ist, dass sich NURBS gut zur Erstellung von präzisen Nachbauten technischer Gegenständen eignen. Im allgemeinen werden bei der NURBS-Modellie-

---

<sup>25</sup> vgl. 3dsmax Benutzerreferenz

<sup>26</sup> vgl. Hiedel, R.; Rendelmann, R.; Wolther, J. S. 63ff

<sup>27</sup> vgl. Olmos, S. 128

rung nur die Linien erstellt, die auch wirklich zur Berechnung der Oberfläche des Objektes nötig sind. Der große Nachteil ist, dass jede Linie absolut korrekt erstellt werden muss, was einen sehr hohen Aufwand mit sich bringt und häufig zu unerwünschten Ergebnissen führt. So sind die NURBS-Linien nur eingeschränkt für die Nutzung zum Erstellen von Charakteren geeignet.

Bei der Implementierung in 3dsmax muss man anmerken, dass die NURBS-Modellierung nie wirklich Bestandteil des Programms geworden ist und bis heute eher wie ein PlugIn daher kommt. Das hat zur Folge, dass sich viele Features von 3dsmax gar nicht oder nur eingeschränkt nutzen lassen<sup>28</sup>.



Abb. 18: NURBS bearbeiten

Abbildung 18 zeigt die Benutzeroberfläche zum Bearbeiten von NURBS-Flächen in 3dsmax. Hier besteht die Möglichkeit über ein Interface die einzelnen Punkte, Kurven oder Oberflächen eines NURBS zu bearbeiten, um die Fläche in die gewünschte Form zu bringen. Abbildungen 19 und 20 zeigen wie die NURBS-Fläche aus NURBS-Linien generiert werden.

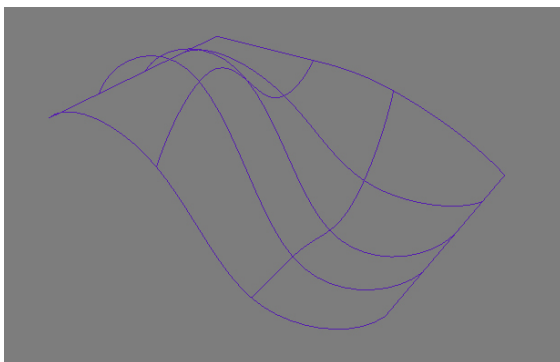


Abb. 19: NURBS-Linien

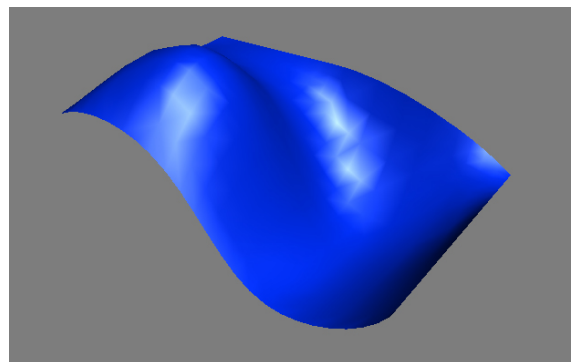


Abb. 20: NURBS-Fläche

<sup>28</sup> vgl. Olmos, S. 128

### 2.2.4. 3D Scanner

Eine sehr spezielle Methode zum Erstellen eines Charakters ist das sogenannte **3D Scanner** Verfahren. Dabei wird das Modell nicht, wie bei den vorher erwähnten Verfahren von Hand modelliert, sondern dessen Oberfläche mit Hilfe einer oder mehrerer spezieller Laserlichtquellen abgetastet. Die so entstandenen Messpunkte werden dann am Rechner als Punktwolke dargestellt, die aus mehreren Millionen solcher Messpunkte bestehen kann<sup>29</sup>.

Die Qualität des Scans ist dabei von der Qualität der verwendeten Hardware abhängig. So reichen die Möglichkeiten von einem einfachen Aufbau mit einer Webcam und einem Laser zum Scannen simpler Objekte, bis hin zu professionellen mehrfach Scannersystemen, welche durchaus in der Lage sind komplexe Geometrien zu erfassen.

Eine einfache Methode, die auch im Amateurbereich zum Einsatz kommt, wird von der Firma **DAVID Vision Systems GmbH**<sup>30</sup> angeboten. Dabei benötigt man lediglich einen Rechner, eine einfache Kamera (z.B. Webcam), einen Streifenlaser und einen Kalibrierungskörper.

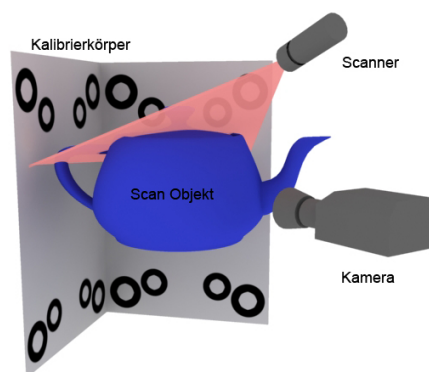


Abb. 21: Scan Beginn

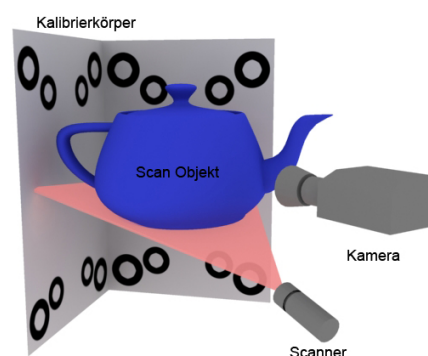


Abb. 22: Scan Ende

<sup>29</sup> vgl. Olmes, S. 132

<sup>30</sup> vgl. DAVID Vision System, <http://www.david-vision-systems.de>, 08.08.2009



In Abbildung 21 ist der Start des Scanvorganges dargestellt. Dabei dienen die Kreise auf dem Kalibrierungskörper der Kamera zur Orientierung im Raum. In Abbildung 22 ist der Scanvorgang abgeschlossen. Die Kamera ist an den Computer angeschlossen, auf dem die Software zur Erfassung des Scanvorganges läuft. Die Software stellt nun die Punktwolke dar. Um so ein komplettes Objekt zu generieren, müssen mehrere Aufnahmen aus verschiedenen Ansichten erstellt werden. Aus diesen Aufnahmen generiert die Software dann das komplette Mesh<sup>31</sup>. Dieses Mesh kann jetzt in 3dsmax weiter bearbeitet und bereinigt werden.

Das 3D Scanner Verfahren hat den Vorteil, dass es eine sehr realistische Nachbildung des gescannten Objektes erstellt. Allerdings ist es für die Verwendung der Charakteranimation eher ungeeignet, da die fertigen Modelle meist aus unübersichtlichen vielen Polygonen bestehen, die ein späteres Animieren fast unmöglich machen.

### 2.3. Animationsverfahren

Um einen Charakter überhaupt animieren zu können, muss der Nutzer erst einmal verstehen, wie dieser aufgebaut ist. Grundlegend dafür ist zu aller erst einmal die Unterscheidung von organischen und anorganischen Charakteren, da im Bezug auf die Animation eines anorganischen Charakter direkt die einzelnen Objekte, aus denen sie bestehen, animiert werden müssen. Im Gegensatz dazu ist die Animation von organischen Charakteren um ein vielfaches komplexer, da bei ihnen zusätzliche Techniken der Animation zum Einsatz kommen. In diesem Kapitel soll vor allem die Animation von organischen Charakteren im Vordergrund stehen, da das animieren von anorganischen Charakteren nur ein Teilgebiet der Charakteranimation beinhaltet.

In der modernen Charakteranimation gibt es im wesentlichen nur zwei Arten von organischen Charakter-Architekturen. Zum einen sind das die Oberflächen Modelle und zum anderen die Multi-layered Modelle.<sup>32</sup> Als so genannte Standardarchitektur

31 Als Mesh bezeichnet man das Drahtgittermodell aus dem das Objekt besteht.

32 vgl. Güdükbay, U.; Özgüç, B.; Memisoglu, A.; Şahin Yesi, M.

werden im allgemeinen die Oberflächen Modelle verwendet. Diese bestehen aus einem Modell, dem eigentlichen Charakter, der zum Beispiel mit einem der in Kapitel 2.2. beschriebenen Verfahren erstellt wurde, und einem Skelett, welches für dessen Bewegungen verantwortlich ist. Die Multi-layered Modelle sind im Grund eine Weiterentwicklung der Oberflächen Modelle. Sie stellen die komplexere Form der Computeranimation dar, da sie nicht nur aus einem einfachen Skelett bestehen, sondern zusätzlich noch muskuläre Systeme und Massensysteme beinhalten, die mit für die Verformung der Oberfläche des Charakters verantwortlich sind.

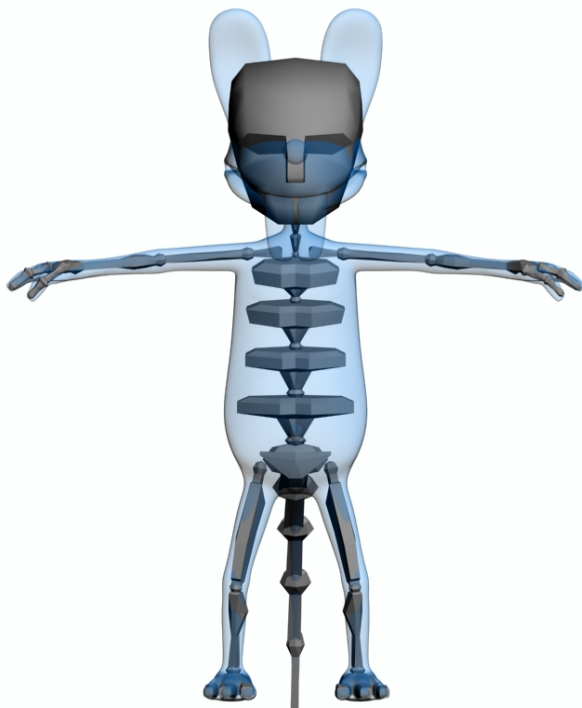


Abb. 23: Oberflächen Modell



Abb. 24: Multi-layered Modell

Das Modell in Abbildung 23 besitzt nur ein Skelettgerüst, mit dessen Hilfe die Oberfläche verformt werden kann. Das Modell in Abbildungen 24 besitzt zusätzlich noch eine Vielzahl von Muskeln, die dafür sorgen, dass das Bewegungsverhalten wesentlich realistischer wird. Die Notwendigkeit von Knochengerüsten ergibt sich daraus, dass es nahezu unmöglich ist einen Charakter nur über sein Mesh zu animieren. Das Erstellen und Zuweisen eines Knochengerüstes auf einen Charakter wird auch als

**Rigging**<sup>33</sup> bezeichnet. Dabei schließt dies auch die Bewegungsabläufe von zusätzlichen Objekten, das so genannte Secondary Motion, ein.

Um einen Charakter animieren zu können, sind vielfältige Grundlagen innerhalb der einzelnen Erstellungsphasen notwendig, auf die im folgenden näher eingegangen wird.

### 2.3.1. Kinematik<sup>34</sup>

Die Kinematik ist eine der wichtigsten Grundlagen der Computeranimation. Ohne sie ist es kaum möglich einem Charakter realistische Bewegungsabläufe zuzuweisen.

Grundsätzlich beschreibt die Kinematik die Verkettung verschiedener Objekte, welche an einem Gelenkpunkt miteinander verknüpft sind und so in Abhängigkeit voneinander gedreht und verschoben werden können. Dies hat zum Vorteil, dass bestimmte Objektgruppen nicht mehr mühsam einzeln von Hand, sondern in ihrer wirklichen Beziehung zueinander bewegt werden können. Ursprünglich kamen die ersten kinematischen Ketten in der Robotik zum Einsatz. Dabei wurden den einzelnen Gliedern einer kinematischen Kette Rotations- und Bewegungsbeschränkungen zugewiesen um so festzulegen, wie sie sich im Raum bewegen dürfen. Mittlerweile jedoch ist die Kinematik so weit fortgeschritten, dass ihr Einsatzgebiet von einfachen Gelenkbewegungen bis hin zu komplexen und physikalisch oder anatomisch korrekten Bewegungsabläufen reicht. Dabei ist es von großer Wichtigkeit zu verstehen wie diese voneinander abhängig sind.

Grundlegend unterscheidet man bei der Kinematik zwei Bereiche:

- vorwärts gerichtete Kinematik
- inverse Kinematik.

---

<sup>33</sup> Rigging: Erstellen eines Skelettes und Zuweisen dieses auf ein Mesh  
(vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Rigging\\_\(Animation\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Rigging_(Animation)), 15.03.2009)

<sup>34</sup> Kinematik: (gr.: kinema, Bewegung) ist die Lehre der Bewegung von Punkten und Körpern im Raum  
(vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Kinematik>, 15.06.2009)

## vorwärts gerichtete Kinematik

Bei der vorwärts gerichteten Kinematik handelt es sich um ein Verfahren bei dem jeweils immer einem übergeordneten Objekt ein untergeordnetes Objekt zugewiesen ist. Die Beziehung des übergeordneten Objekts zum untergeordneten Objekt wird auch als **Parent-Child-Beziehung** bezeichnet. Wird die Lage des Parent-Objektes, also des übergeordneten Objekts, verändert, so ändert sich auch automatisch die Lage des Child-Objektes. Wird jedoch nur das Child-Objekt bewegt, so bleibt das Parent-Objekt in seiner Ausgangsposition und nur das Child-Objekt verändert seine Lage.<sup>35</sup>

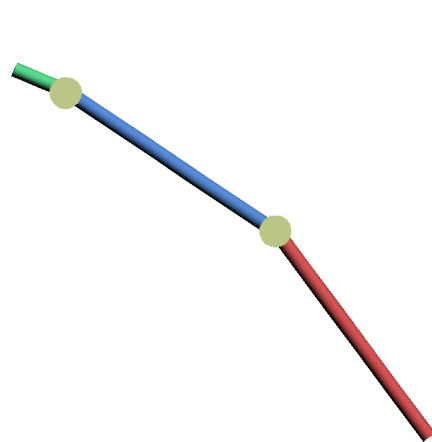


Abb. 25: unbewegter Zustand

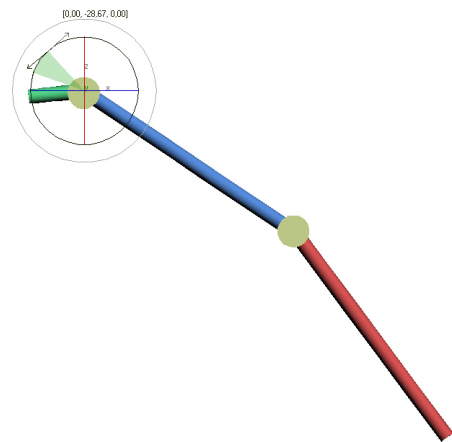


Abb. 26: Drehung des ersten Objektes

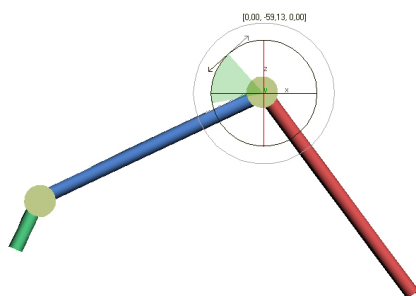


Abb. 27: Drehung des zweiten Objektes  
(dies ist das Parent des ersten Objektes  
und Child des dritten Objektes )

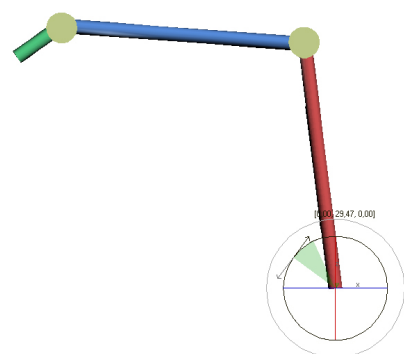


Abb. 28: Drehung des letzten Objektes

35 vgl. 3D Studio MAX v2.5 Benutzerhandbuch, S. 24-2

Die Abbildungen 25 bis 28 zeigen eine einfache vorwärts gerichtete kinematische Kette. Sie besteht aus drei Armen, die in folgender Hierarchie aufgebaut ist:

Objekt „grün“ Child von Objekt „blau“

Objekt „blau“ Child von Objekt „rot“

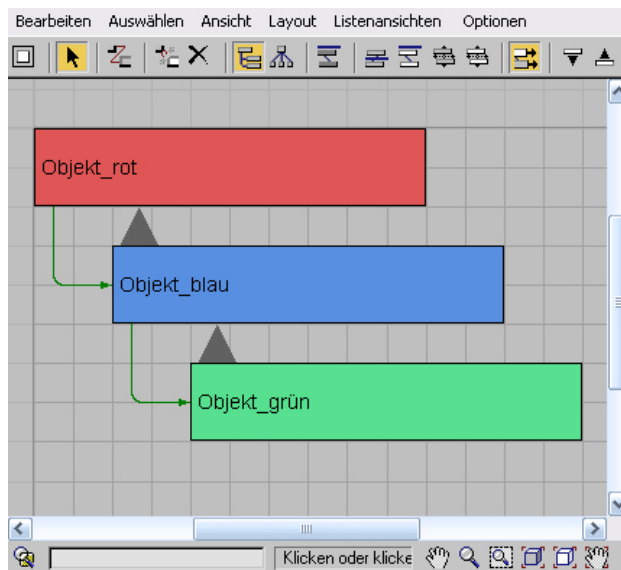


Abb. 29: schematische Ansicht

In Abbildung 29 sind die hierarchischen Abhängigkeiten der einzelnen Objekte noch einmal mit Hilfe der schematischen Ansicht von 3dsmax zu sehen.

Wird nun das Objekt „grün“ gedreht, so bleiben die beiden Objekte „blau“ und „rot“ in ihrer Ausgangsposition. Ändert sich die Drehung von Objekt „blau“, so dreht sich auch das Objekt „grün“ entsprechend mit. Verändert sich die Rotation von Objekt „rot“, so ändern sich auch die Positionen von Objekt „blau“ und von Objekt „grün“. Von entscheidender Bedeutung ist natürlich, dass die Drehpunkte der einzelnen Objekte an der richtigen Stelle positioniert sind. In diesem Beispiel befinden sie sich in den jeweils beigefarbig dargestellten Gelenkpunkten. Mit Hilfe der vorwärts gerichteten Kinematik lässt sich der Arm über Rotation der einzelnen Objekte bewegen. Dabei folgt die Berechnung relativ einfachen mathematischen Grundlagen.

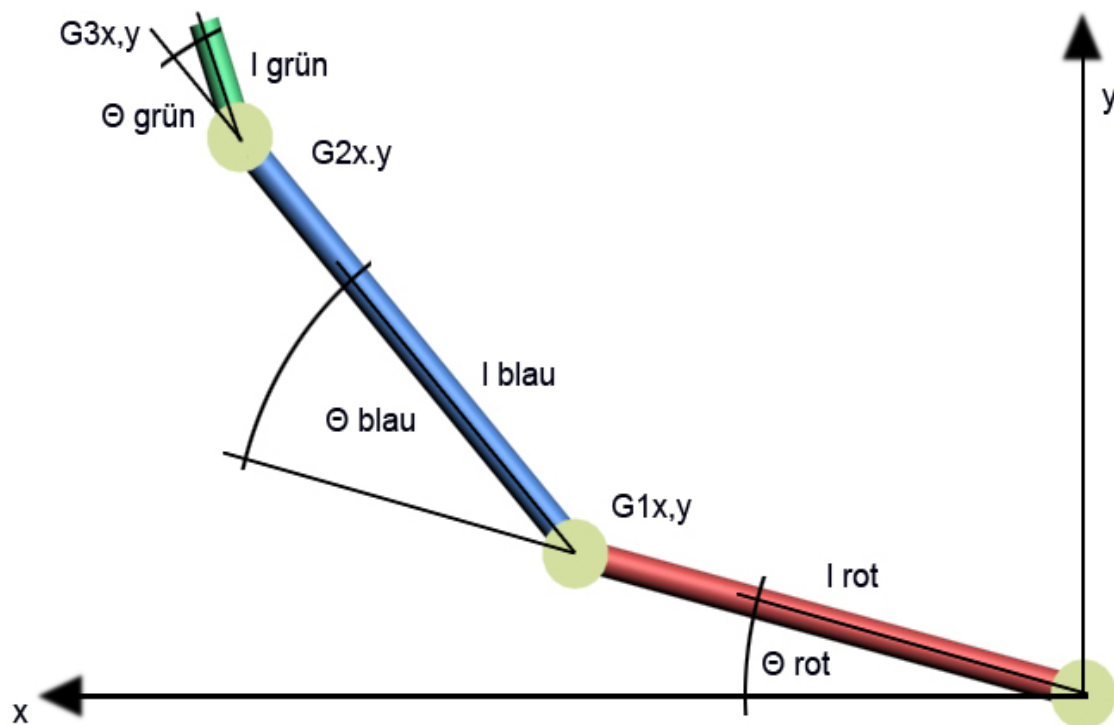


Abb. 30: Berechnung der vorwärts gerichteten Kinematik

Gelenkpunkt  $G1x = \cos(\Theta_{\text{rot}}) * I_{\text{Objekt „rot“}}$

Gelenkpunkt  $G1y = \sin(\Theta_{\text{rot}}) * I_{\text{Objekt „rot“}}$

Gelenkpunkt  $G2x = G1x + \cos(\Theta_{\text{rot}} + \Theta_{\text{blau}}) * I_{\text{Objekt „blau“}}$

Gelenkpunkt  $G2y = G1y + \sin(\Theta_{\text{rot}} + \Theta_{\text{blau}}) * I_{\text{Objekt „blau“}}$

Gelenkpunkt  $G3x = G2x + \cos(\Theta_{\text{rot}} + \Theta_{\text{blau}} + \Theta_{\text{grün}}) * I_{\text{Objekt „grün“}}$

Gelenkpunkt  $G3y = G2y + \sin(\Theta_{\text{rot}} + \Theta_{\text{blau}} + \Theta_{\text{grün}}) * I_{\text{Objekt „grün“}}$ <sup>36</sup>

Natürlich stößt man bei der vorwärts gerichteten Kinematik schnell an die Grenzen der Animationsmöglichkeiten. Es ist sehr umständlich mit dieser Methode komplexe Objekte zu bewegen, da jedes Glied einzeln animiert werden muss, um seine Spitze in die gewünschte Position zu bekommen. Will man zum Beispiel nur die Spitze des Kettengliedes bewegen und die anderen Glieder sollen dementsprechend folgen, ist dies mit der vorwärts gerichteten Kinematik nicht möglich. Hier kommt die inverse Kinematik zur Anwendung, die für die Animierung von Charakteren unabdingbar ist.

<sup>36</sup> vgl. Weiss, S. 13

## Inverse Kinematik

Mit Hilfe der inversen Kinematik (im weiteren als IK referenziert) lassen sich sehr viel komplexere und umfangreichere kinematische Probleme lösen. Die Entwicklung der inversen Kinematik ergab sich daraus, dass man bei einer vorwärts gerichteten Kinematik jedes Glied in einer kinematischen Kette einzeln bewegen muss, um das Zielobjekt in die gewünschte Position zu bringen. Das ist aber sehr aufwendig und umständlich. Soll jedoch nur die Position des Zielobjektes verändert werden und die restlichen Glieder dieser Kette ihre Rotation und Position automatisch mit verändern, ist das nur durch die Anwendung der inversen Kinematik möglich. Ein Anwendungsgebiet der inversen Kinematik ist die Robotik. Des weiteren spielt sie in der Computeranimation von Charakteren eine wesentliche Rolle. In der Robotik beispielsweise ist es von entscheidenden Vorteil, wenn nicht die einzelnen Glieder eines Armes bewegt werden müssen, sondern nur der Endpunkt, so dass alle übergeordneten Objekte folgen. Viele Körperbewegungen, wie z. B. Arm- und Beinbewegungen, eines Charakters werden über die inverse Kinematik gesteuert. Dabei ist es wichtig den einzelnen Segmenten auch die richtigen Beschränkungen zuzuweisen, so dass sie sich nicht in die falsche Richtung bewegen. Die Beschränkungen definieren den Bewegungsspielraum der einzelnen Glieder der kinematischen Kette. Zum Beispiel kann der menschliche Arm nur in eine Richtung gebeugt werden. Die Bewegung ist also eingeschränkt.<sup>37</sup>

3dsmax bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten, Objekten bestimmte inverse kinematische Verhalten zuzuweisen. Im folgenden Beispiel dient wieder die einfache vorwärts gerichtete Kinematik als Grundlage für die Erstellung einer inversen Kinematik. Auch die Parent-Child Vererbung ist dieselbe wie bei der vorwärts gerichteten Kinematik.

---

37 vgl. 3D Studio MAX v2.5 Benutzerhandbuch, S. 24-2

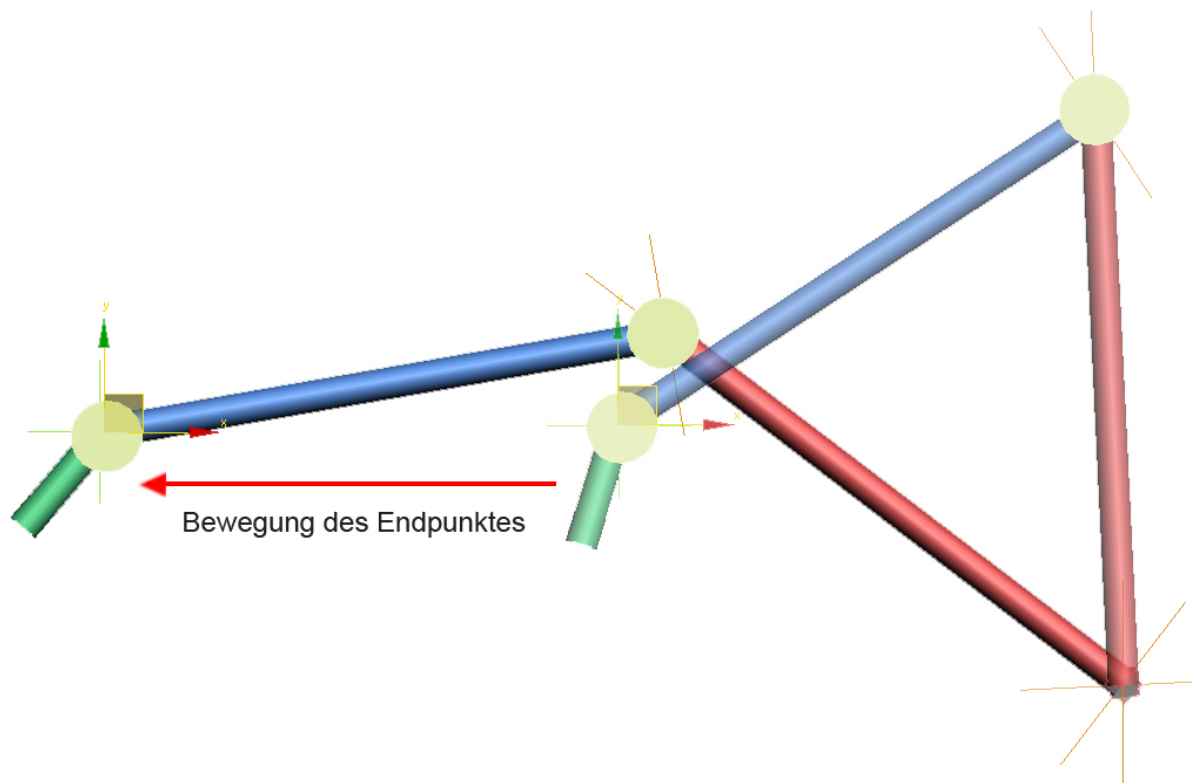


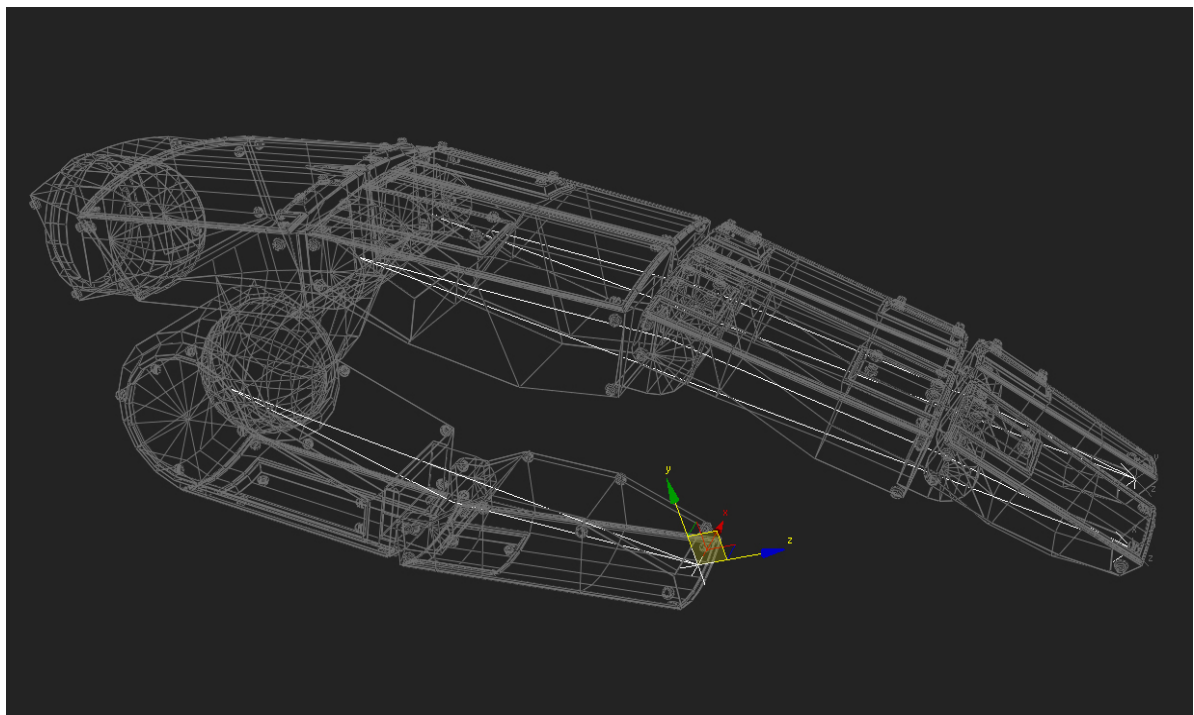
Abb. 31: Bewegung des Objektes grün

Wie in Abbildungen 31 zu sehen ist, bewegen sich die einzelnen Glieder des Armes jetzt automatisch mit, wenn nur das Objekt „grün“ bewegt wird. Um dies zu erreichen, muss der Kette aus den Objekten „rot“, „blau“ und „grün“ eine IK-Kette zugewiesen werden. Zuerst wird das oberste Parent-Objekt ausgewählt. Von hier aus wird dann das letzte Child-Objekt selektiert. 3dsmax erkennt automatisch die vorhandenen restlichen Objekte in der Kette und bezieht diese mit ein. Die mathematische Berechnung der inversen Kinematik ist sehr komplex und soll nicht Bestandteil dieser Diplomarbeit sein.

Für die Charakteranimation wird meist eine Verbindung aus vorwärts gerichteter und inverser Kinematik verwendet. So werden beispielsweise die Arme und Beine eines Charakters mit Hilfe der inversen Kinematik animiert, da sie sich hierfür hervorragend eignen. Die restlichen Bewegungsabläufe werden jedoch durch die vorwärts gerichtete Kinematik erstellt.



Nachdem die Grundlagen der Kinematik und ihre Funktionsweise erklärt wurden, soll an dieser Stelle noch einmal auf die Unterscheidung von organischen und anorganischen Charakteren eingegangen werden. Wie zu Beginn des Kapitels 2.3. erwähnt worden ist, werden die anorganischen Charaktere direkt über die Objekte, aus denen sie bestehen, animiert. Das bedeutet, jedem Objekt wird die Kinematik entsprechend seinen Bewegungsparametern zugewiesen. Dabei spielt die Lage der Rotationspunkte und die Zuweisung von Beschränkungen eine wesentliche Rolle, damit die Kinematik korrekt funktioniert.



*Abb. 32: Roboterhand: Finger in Ausgangsposition*

Die Abbildung 32 zeigt eine Roboterhand in Ausgangsposition. Die weißen Linien sind die IK-Ketten<sup>38</sup> der einzelnen Finger. In Abbildung 33 ist die Endposition der Finger nach verschieben der Endpunkte ihrer IK-Ketten zu sehen.

<sup>38</sup> IK-Ketten werden in 3dsmax zur Veranschaulichung der IK-Berechnung verwendet

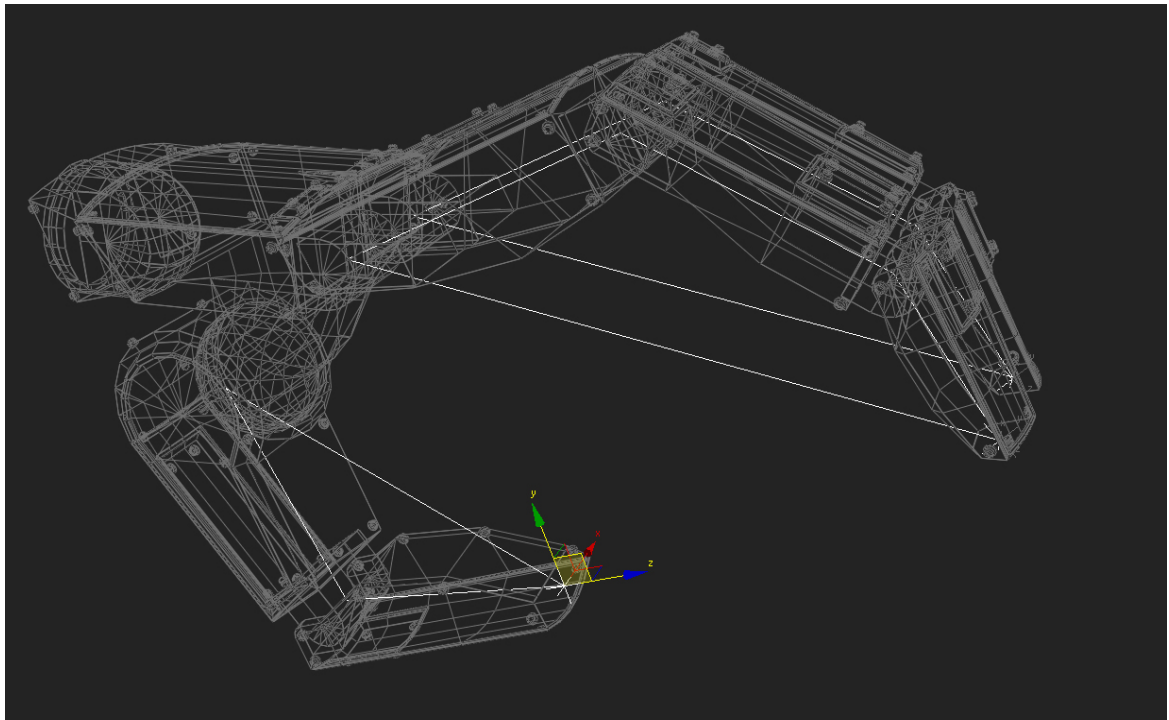


Abb. 33: Roboterhand: Finger in Endposition

Dabei ist zu beachten, dass die Rotationspunkte der einzelnen Finger an den richtigen Stellen sitzen, was in Abbildung 34 am Beispiel der Daumenobjekte deutlich wird.

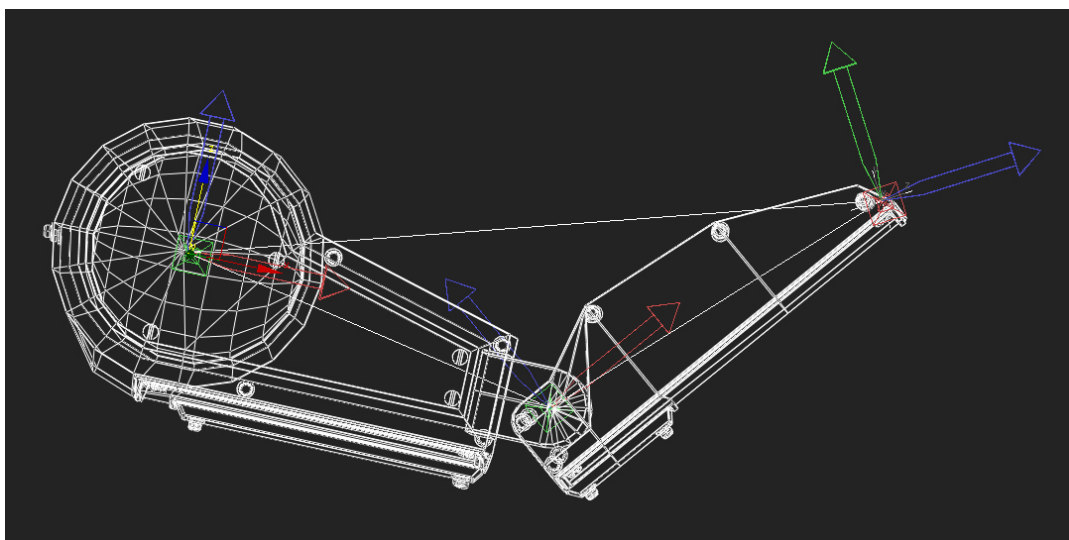


Abb. 34: Daumenobjekte mit Rotationspunkten

Bei den organischen Charakteren ist für deren Animation jedoch eine andere Herangehensweise erforderlich. Sie bestehen meist aus einem einzelnen Mesh und müssen daher mit Hilfe eines inneren Gerüstes animiert werden. 3dsmax bietet dabei nützliche Werkzeuge zur Erstellung und Zuweisung dieser Gerüste auf einen organischen Charakter. Die Idee die hinter dieser Art der Animation steht, ist dabei von der Anatomie lebender Organismen abgeleitet. Sie bestehen meistens aus einem Skelett und dem darüber liegenden Gewebe. Nachfolgend werden diese Werkzeuge und ihr Einsatz bei der Animation von organischen Charakteren detailliert erläutert.

### 2.3.2. Bones

Um ein Skelettgerüst für einen organischen Charakter zu erstellen, wäre es natürlich sehr aufwendig alle Knochen einzeln zu kreieren und ihre Rotationspunkte manuell zu setzen. Ebenso umfangreich wäre die Zuweisung des Parent-Child Verhaltens. Aus diesem Grund besitzt 3dsmax das so genannte Bone-System. Mit dessen Hilfe können in 3dsmax vordefinierte Objekte, so genannte Bones, erstellt werden, die von Anfang an die richtigen Parent-Child Verknüpfungen und Rotationspunkte besitzen. Außerdem haben die Bones den Vorteil, dass sie sich in ihren Eigenschaften sehr gut manipulieren lassen. So besteht die Möglichkeit sie perfekt an das Modell anzupassen. Dies ist bei der Charakteranimation ein entscheidender Vorteil.

Beim Erstellen eines oder mehrerer Bones hat der Benutzer die Möglichkeit eine IK-Berechnung<sup>39</sup> festzulegen (Abbildung 35). Somit kann schon beim Generieren der Bones entschieden werden, ob eine vorwärts gerichtete oder eine inverse Kinematik verwendet werden soll. In der Praxis hat es sich jedoch als vorteilhaft erwiesen eine IK-Kette erst als eine einfache vorwärts gerichtete Kinematik zu erstellen und die kinematischen Verhältnisse später zuzuweisen.



Abb. 35: IK Kette: Art der Berechnung

<sup>39</sup> „Eine IK-Berechnung erstellt ein inverses kinematisches Ergebnis, um Verknüpfungen in einer Kette zu drehen und zu positionieren.“ (vgl. 3dsmax Benutzerreferenz)

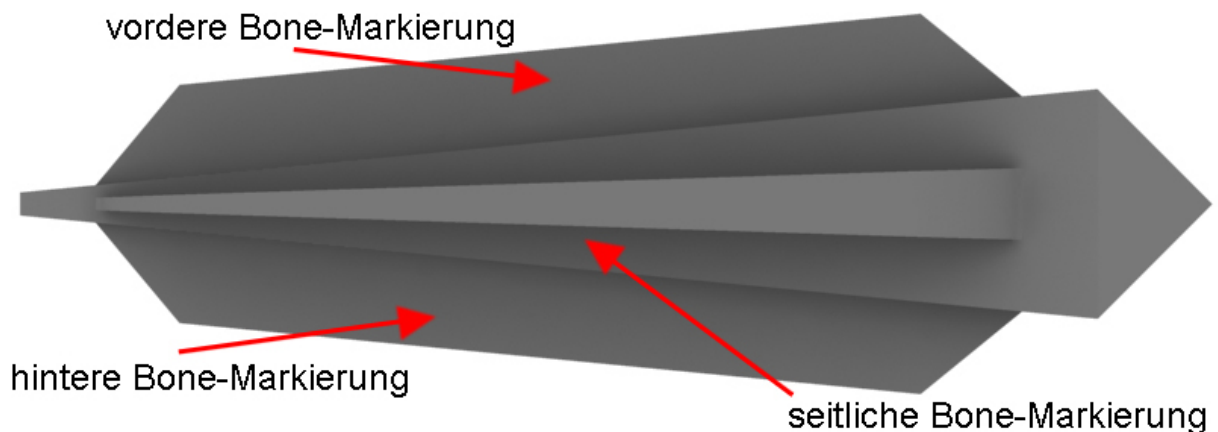


Abb. 36: einfacher Bone

In Abbildung 36 ist ein einfacher Bone zu sehen. Über das Bone-Parameter Menü (Abbildung 37) können die Eigenschaften für die Größe und die Verjüngung des Bone-Objektes modifiziert werden. Des weiteren kann mit Hilfe der Bone-Markierungen die Größen- und Verjüngungswerte der seitlichen, vorderen und hinteren Bone-Markierungen so angepasst werden, dass sie perfekt in das Mesh passen. Aufgrund dieser Eigenschaften sind sie daher speziell für die Charakteranimation ausgelegt.

Die Bones-Systeme sind vor allem zur Erstellung von Charakteren geeignet, deren Aufbau einer nicht-menschlichen Grundform entspricht. Zum Beispiel Lebewesen mit mehr als zwei Armen und Beinen oder auch solchen mit mehr als vier Extremitäten.

Für Charaktere, denen eine menschlichen Anatomie zugrunde liegt, bietet 3dsmax ein weiteres nützliches Tool, das Biped-System. Welches im folgenden Kapitel näher beschrieben wird.

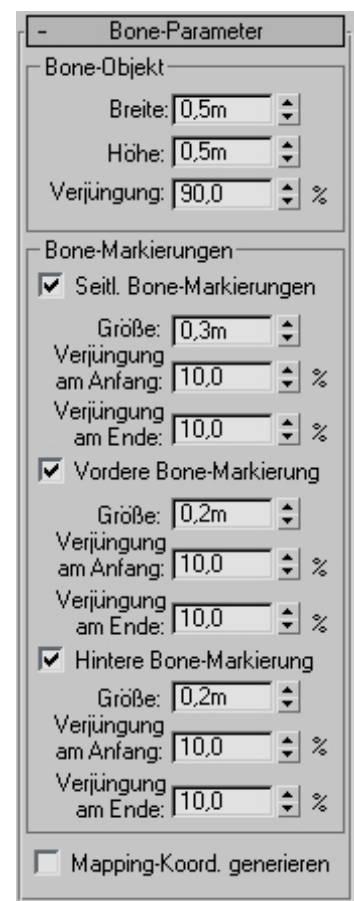


Abb. 37: Bone-Parameter Menü

### 2.3.3. Bipeds

Ein äußerst komplexes und umfangreiches Tool in 3dsmax ist das Charakter Studio. In der Version 4.2 ist es in 3dsmax 6 voll integriert und für die Animation von Charakteren von entscheidender Bedeutung. Dabei hat der Anwender die Möglichkeit ein komplett fertig definiertes Skelett, das so genannte **Biped**, in einen Charakter einzufügen und diesen darüber zu animieren. Alle kinematischen Verhältnisse sind bei dem so erstellten Biped schon vorhanden und voll benutzbar. Charakter Studio besitzt eine Vielzahl von leistungsfähigen Werkzeugen um die Bewegungen eines anatomischen Objektes zu realisieren.<sup>40</sup>

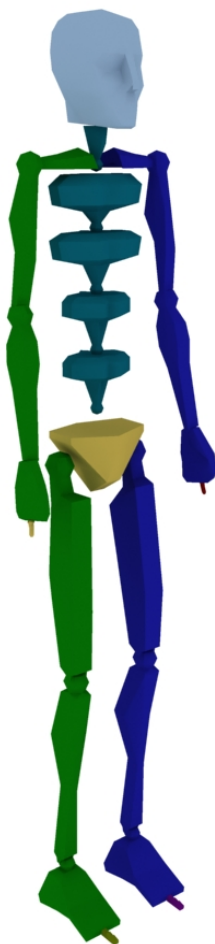


Abb. 38: Biped

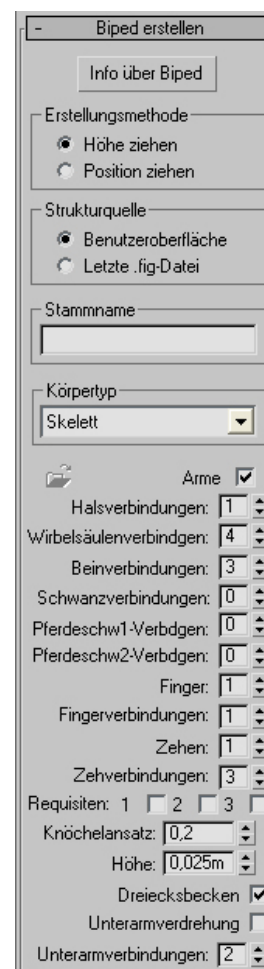


Abb. 39: „Biped erstellen“ Rollout

<sup>40</sup> vgl. 3dsmax Benutzerreferenz

Im „Biped erstellen“ Rollout (Abbildung 39) können verschiedene Einstellungen vorgenommen werden, um das Biped (Abbildung 38) schon im Vorfeld grob an die Anforderungen des Charakters anzupassen. So kann zum Beispiel der Körpertyp eingestellt oder auch die Anzahl der Finger und Zehen bestimmt werden. Alle diese Einstellungsmöglichkeiten lassen sich auch noch nachträglich über die Bewegungspaletten im Figurmodus ändern.

Der Schrittmodus ist eines der wichtigsten Tools zur Animation eines Charakters. Er ist deshalb so interessant, weil mit seiner Hilfe flüssige Gehzyklen erstellt werden können, die von Hand wohl am schwersten zu animieren sind. So lassen sich mehrere Schritte erstellen und die Art des Ganges (gehen, laufen springen) definieren (Abbildung 40). Abbildung 41 zeigt das Dialogfenster zur Erstellung von mehreren Schritten.



Abb. 40: Schrittmodus

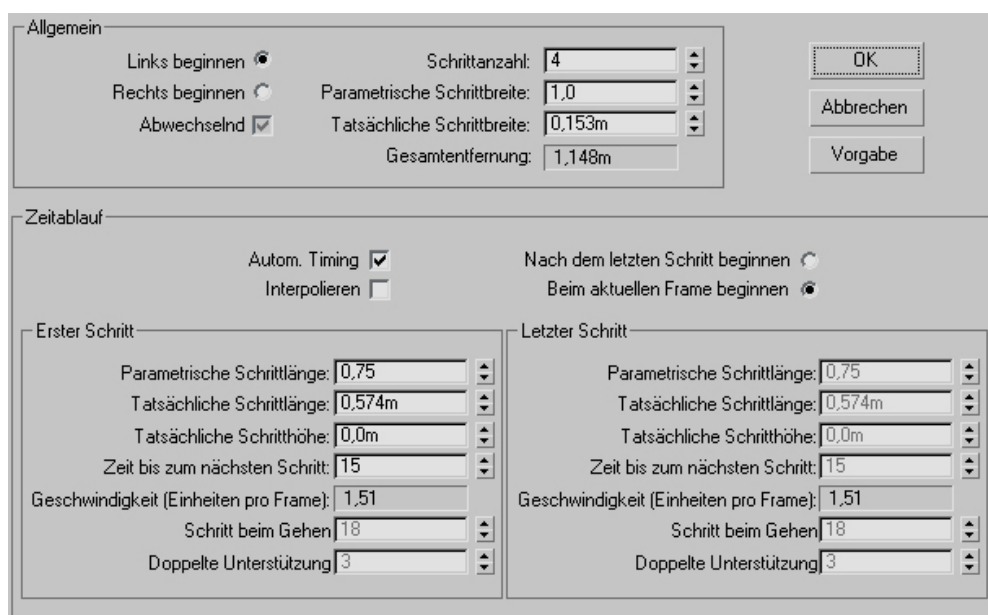


Abb. 41: mehrere Schritte erstellen

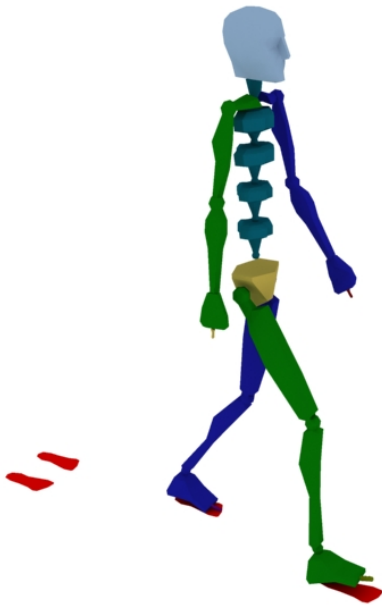


Abb. 42: Biped läuft

In diesem können die verschiedensten Parameter zur Erstellung von Schritten beeinflusst werden. Die Schritte werden dann als Shapes<sup>41</sup> in 3dsmax dargestellt. Sie sind jedoch Bestandteil von Charakter Studio und lassen sich nur in Schrittmodus verändern. Nachdem alle Einstellungen vorgenommen wurden, können sie dem Biped zugewiesen werden. Das fertige Biped folgt den erstellten Schritten (Abbildung 42). Diese können noch nachträglich verändert werden. Der Gehzyklus kann zum Beispiel so modifiziert werden, dass das Biped eine Kurve läuft, eine Pause macht oder größere Schritte vollzieht. Dabei

ist die Platzierung der Schritte immer die Grundlage der Bewegung. Das bedeutet, dass hier meist noch viele Veränderungen gemacht werden müssen um die Bewegung beim Laufen realistisch wirken zu lassen. Am Beispiel des Schrittmodus wird deutlich, was für ein umfangreiches Tool Charakter Studio ist. Nahezu alle Bewegungsabläufe lassen sich hier einfach und schnell animieren. Allerdings wird aus den zur Verfügung stehenden Biped-Arten schon deutlich, wo Charakter Studio an seine Grenzen stößt. Alle Charaktere, die mit Hilfe des Standard-Biped animiert werden sollen, müssen eine Zweibeiner Anatomie haben. Soll zum Beispiel ein Charakter mit mehreren Gliedmaßen oder anderen Eigenschaften, die nicht im Standard „Biped erstellen“ Rollout auswählbar sind, animiert werden, ist dies nur über die Kombination von Bipeds und Bone-Systemen oder nur mit Bones möglich. Durch die volle Integration von Charakter Studio in 3dsmax ist dies aber kein großes Problem mehr, da sich die Knochen des Bipeds mit denen des Bone-Systems einfach verbinden lassen.

41 Shapes: In 3dsmax geschlossene Splineobjekte



### 2.3.4. Skinning

In den vorherigen Kapiteln wurde beschrieben, welche Möglichkeiten existieren um einen Charakter mit Hilfe von Bones oder Bipeds zu animieren. Allerdings müssen die Skelettgerüste, sowohl bei Bones als auch bei Bipeds, immer mit dem jeweiligen Charakter verknüpft werden. Nur so haben diese auch einen Einfluss auf ihn. Zusätzlich muss definiert werden wie sich dieser Einfluss auf das Mesh des Charakters auswirkt. Dieses Verfahren zum Verhalten der Oberfläche des Charakters wird als **Skinning** bezeichnet. Dabei verhält sich die Oberfläche des Meshs wie eine Haut, die sich je nach Einstellung bei der Bewegung der Knochen flexibel verformt. So kann der Charakter den Bewegungen des Knochengerüsts folgen und die Animationen über die Bones gesteuert werden.

Das Skinning ist einer der wichtigsten Schritte bei der Erstellung von Charakteranimationen. Hierbei wird das äußere Erscheinungsbild des Charakters in der fertigen Animation bestimmt. Allerdings ist es auch der umfangreichste und aufwendigste Schritt. Gerade für ungeübte User und Anfänger stellt der Umgang mit den Skinning-Tools oftmals eine echte Herausforderung dar. Deshalb ist es wichtig, dass sich der Charakter in einer neutralen Ausgangsposition befindet und die Bones bzw. das Biped so korrekt wie möglich in das Mesh integriert wurden. Dies erleichtert das Skinning erheblich.

In 3dsmax gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten einen Charakter zu skinnen. Die erste Methode ist dem Mesh einen Haut-Modifikator<sup>42</sup> zuzuweisen und die zweite besteht in der Zuweisung eines Physique-Modifikators<sup>43</sup>. Der Haut-Modifikator ist Bestandteil der Standard 3dsmax Modifikatoren. Wohingegen der Physique-Modifikator zu den Werkzeugen von Charakter Studio zählt. Da Charakter Studio jedoch in 3dsmax voll integriert ist, lassen sich beide Modifikatoren in der Modifikator-Liste finden und sowohl bei Bones wie auch bei Bipeds anwenden.

---

42 Haut-Modifikator: in der Modifikator-Liste auswählbar

43 Physique-Modifikator: in der Modifikator-Liste auswählbar



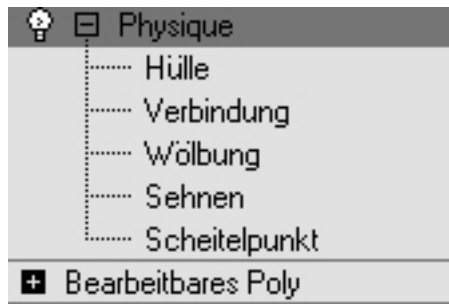


Abb. 43: Physique Stapel



Abb. 44: Haut Stapel

In Abbildung 43 ist zu sehen, dass der Physique-Modifikator eine Vielzahl von Unterobjektgruppen zur Bearbeitung der Hautverformung besitzt. Während dem Nutzer beim Haut-Modifikator (Abbildung 44) lediglich die Hülle als Unterobjektgruppe zur Anpassung der Haut zur Verfügung steht. Allerdings bedeutet das nicht, dass der Physique-Modifikator deshalb auch besser ist. Die Entscheidung welcher Modifikator verwendet werden sollte, ergibt sich aus der Komplexität des zu animierenden Objektes, der zur Verfügung stehenden Zeit für das Projekt und nicht zuletzt dem persönlichen Geschmack des Nutzers.<sup>44</sup>

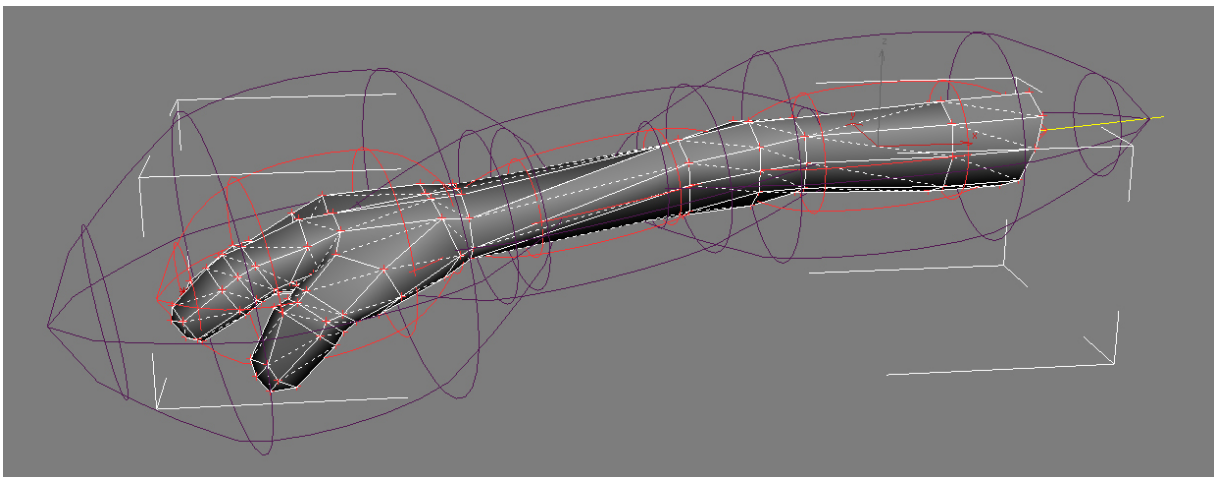
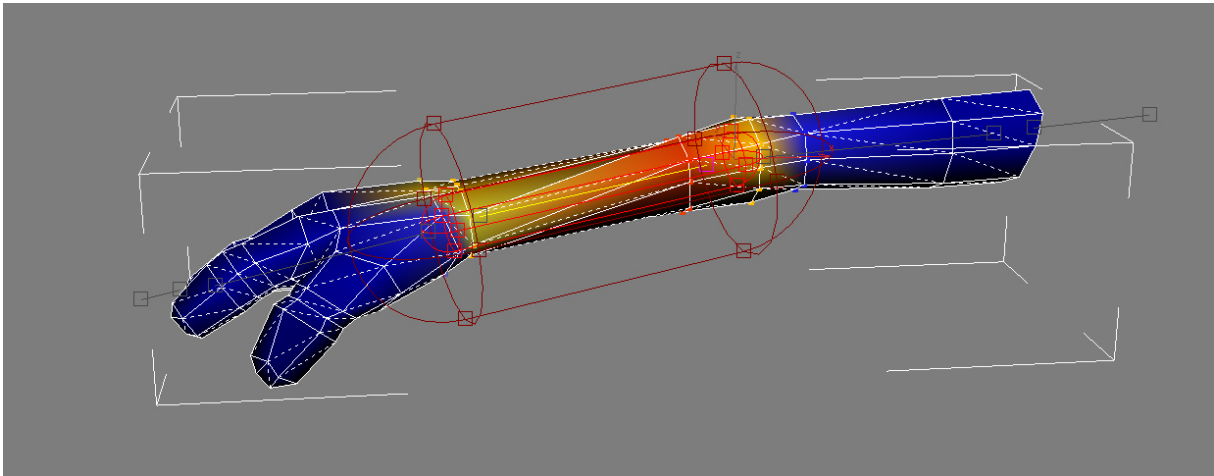


Abb. 45: angewendeter Physique-Modifikator

44 vgl. Wibbe, S.; Pollmann, I.; Wollschläger, D., S. 90



*Abb. 46: angewendeter Haut-Modifikator*

Die in Abbildung 45 und 46 dargestellten Objekte um den Arm herum werden als Hülle bezeichnet. Sie dienen zur Festlegung des Einflussbereiches der jeweiligen Bones auf das Mesh.

Bei Low-Polygon Charakteren ist die Bearbeitung des Meshs noch relativ einfach. Je komplexer ein Charakter jedoch wird, desto aufwendiger und zeitintensiver wird auch die Anpassung seiner Hülle. Dabei ist vor allem darauf zu achten, dass die Verformungen in allen Bewegungsabläufen des Biped korrekt dargestellt werden. Dabei besteht die Möglichkeit das Mesh auch noch während der Animation anzupassen um so einen perfekt animierten Charakter zu erhalten. Wie bei der Anpassung der Oberfläche schnell klar wird, bietet diese Methode eine Vielzahl von Einstellungsmöglichkeiten. Sie ist jedoch sehr zeitintensiv und aufwendig. Wenn die Anpassung abgeschlossen ist und die Verformung der Oberfläche des Meshs das gewünschte Ergebnis zeigt, kann man sich voll und ganz der Charakteranimation widmen.

### 2.3.5. Secondary Motion

Unter **Secondary Motion** versteht man die Bewegung von Objekten, die nicht direkt Bestandteil der Charakteranimation, also des Bones- oder Biped-Systems an sich sind. In manchen Lehrbüchern wird die Charakteranimation allein auch als Primary Motion bezeichnet. Daraus resultiert, dass sich die Animation aller zusätzlichen Objekte und Bewegungen als Secondary Motion bezeichnet lässt. Sie ist dennoch ein wichtiger Bestandteil, da sie einer Animation mehr Realismus verleihen kann. So umfasst die Secondary Motion zum Beispiel die Bewegung von Kleidungsstücken, das Interagieren des Charakters mit Gegenständen, das Animieren von muskulären Systemen, die Lippen-Synchronisation und vieles mehr. In diesem Kapitel soll auf einige der gängigsten Secondary Motion Verfahren eingegangen werden. Natürlich können dabei nicht alle Aspekte erfasst werden, da die Liste der Secondary Motion nahezu endlos ist.<sup>45</sup>

#### Clothing

Bei vielen gerade einfachen oder Low-Polygon Charakteren, aber auch bei denen wo die Kleidung eng am Körper anliegt, wird auf die zusätzliche Simulation der Kleidungsstücke meist verzichtet, da diese einen hohen Rechenaufwand nach sich zieht. So werden die Charaktere gleich mit ihrer Kleidung modelliert und direkt über das Bone- oder Biped-System mit simuliert. Soll eine Animation jedoch besonders realistisch wirken, so führt kein Weg an einer zusätzlichen Simulation der Kleidung vorbei. Dabei wird die Kleidung meist separat, also unabhängig vom Charakter modelliert und anschließend an ihn angehängen. Leider verfügt 3dsmax 6 noch nicht über ein so genanntes **Clothing-Tool**, welches die Möglichkeit bietet direkt Kleidung und deren physikalische Simulation in einen Charakter zu integrieren. Aber mit Hilfe des **Reactor-Tools**, einem sehr umfangreichen Werkzeug für physikalische Simulationen in 3dsmax, kann auch Stoff simuliert werden. Die so erzeugten Objekte lassen sich an den Charakter anhängen, so dass sie in seine Bewegungen mit einfließen. Es gibt

---

<sup>45</sup> vgl. Olmos, S. 198

auch einige PlugIns, die in der Lage sind, Kleidung in 3dsmax zu simulieren. Allerdings erzeugen diese häufig Zusatzkosten und lassen sich teilweise schlecht implementieren.

Bevor man sich mit dem Clothing beschäftigt, sollte das Charakter-Setup möglichst vollendet sein, denn die physikalischen Berechnungen der Kleidung orientieren sich an der Verformung des animierten Meshs.



Abb. 47: Clothing mit reactor Start



Abb. 48: Clothing mit reactor Bewegung

Dem Charakter in Abbildung 47 und 48 wurde ein Biped zugewiesen und ein Gehzyklus animiert. Die Hose ist ein eigenständiges Objekt. Um eine Simulation zu erstellen, muss eine DMCollection<sup>46</sup> erstellt werden (Symbol unten links). In diese wird dann der Charakter aufgenommen. Als nächstes wird eine CLCollection<sup>47</sup> erstellt (Symbol oben links) und die Hose in diese aufgenommen. Die Hose benötigt zusätzlich noch einen Reactor-Cloth-Modifikator, damit über Scheitelpunkte festgelegt werden kann, an welchen Stellen sie mit dem Charakter verbunden ist. Weiterhin kann hier auch das Verhalten des Stoffes eingestellt werden. Sind so alle Voraussetzungen für die Berechnung erfüllt und die Eigenschaften des Stoffes richtig definiert, kann mit der Simulation begonnen werden. Die Berechnung ist dabei abhängig von

46 DMCollection (**d**eformabel **m**esh **c**ollection): engl. verformbare Netzgitterzusammenstellung

47 CLCollection (**c**lothing **c**ollection): engl. Kleidungszusammenstellung

der Komplexität der beiden Meshs und der Länge der Animation. An dieser Stelle soll noch erwähnt werden, dass die Erstellung von Kleidung eine sehr aufwendige Angelegenheit werden kann und je nach dem welcher Grad an Realismus erreicht werden soll, einen hohen zeitlichen Aufwand mit sich bringt.

## Zubehör

Unter Zubehör versteht man Objekte, mit denen ein Charakter interagiert. Sie zählen zur Secondary Motion, da es mit ihre Hilfe möglich ist, einen Charakter nicht direkt über seine Bones, sondern nur durch die Bewegung des Objektes, mit dem er verbunden ist, zu animieren. Bei dieser Animationsmethode kommt die Stärke der inversen Kinematik besonders zum Tragen. Wird ein Zubehör-Objekt bewegt, dann folgen alle Bone-Objekte des Biped durch ihre IK-Ketten der Bewegung automatisch. In 3dsmax lässt sich dies über die Biped-Einstellungen erreichen. Hier ist es möglich solche Objekte zu einem Biped hinzuzufügen und diese zu animieren.

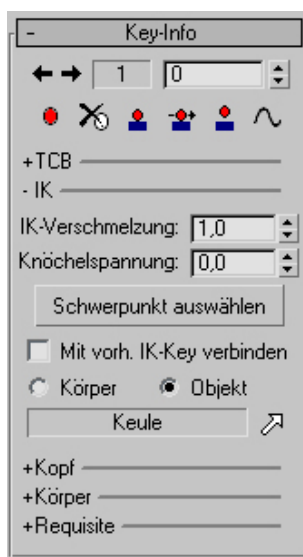


Abb. 49: Key-Info Parameter im Bewegungs Rollout des Bipeds

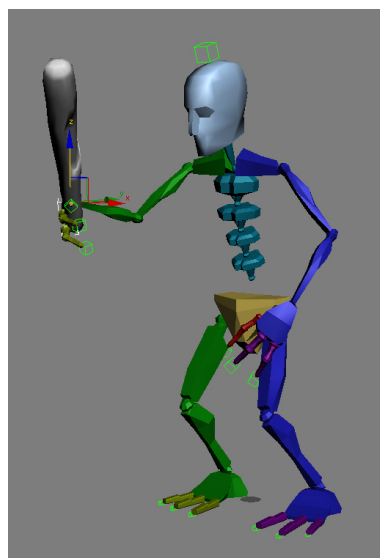


Abb. 50: Biped schwingt Keule Start

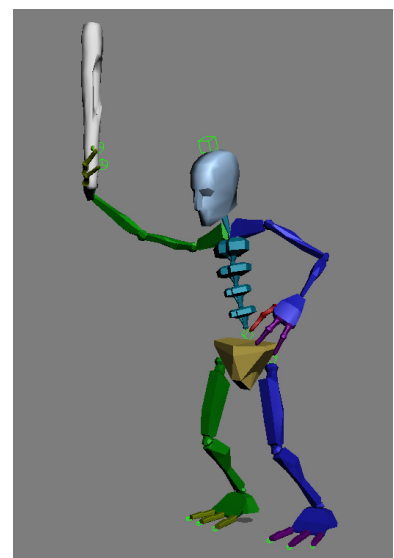


Abb. 51: Biped schwingt Keule Bewegung

Im Key-Info Menü (Abbildung 49) wird dem Biped das Objekt „Keule“ zugewiesen. 3dsmax erkennt die dazugehörigen hierarchischen Verknüpfungen des Armes und die Keule kann animiert werden (Abbildung 50 und 51). Um mehr Realismus zu erreichen, kann das Biped zusätzlich noch an das Schwingen der Keule angepasst werden. Die Animation von Charakteren über Objekte kann den Animationsprozess erleichtern und bietet dem Animator gleichzeitig die Möglichkeit das Interagieren mit Zubehör-Objekten zu vereinfachen.

## Facial Animation

Ein weiterer Bestandteil der Secondary Motion ist die **Facial Animation**. Sie wird auch kurz als **Facial** bezeichnet. Dabei beinhaltet Facial sowohl die Animation von Gesichtsausdrücken, also die Mimik eines Charakters, als auch seine Lippensynchronisation, auch als **Lip Sync** bezeichnet, zu einem bestimmten Audio-Text. Es gibt mehrere Möglichkeiten Facials zu realisieren. Hier werden kurz die zwei gängigsten vorgestellt, welche auch unter 3dsmax Verwendung finden.

Die erste Methode des Facial besteht darin ein Bone-System in das Gesicht des Charakters einzufügen. Mit dessen Hilfe kann das Gesicht animiert werden. Durch diese Bones ist es möglich einen Charakter Mund- und Kieferbewegungen zuzuweisen. Dabei werden die Bones in der Lippen- und Unterkieferregion platziert und dann wie gewohnt, mittels Haut-Modifikator auf das Mesh angewandt (Abbildung 52 und 53).

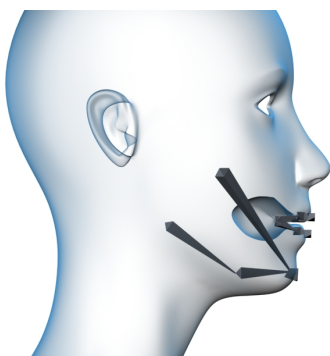


Abb. 52: Lip Sync Bones Mund zu

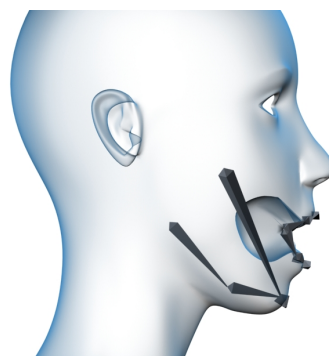


Abb. 53: Lip Sync Bones Mund auf

Das Bone-System hat den Vorteil, dass es sehr flexibel ist und durch Veränderungen der Bones immer wieder neue Gesichtsposen erstellt werden können. Der Nachteil ist jedoch, dass das Setup der Bones sehr kompliziert ist und bei einem vollen Facial mit kompletter Mimik viel zu aufwendig werden würde. Aus diesem Grund wird häufig das Verfahren des **Morphings** verwendet.<sup>48</sup>

Beim Morphing ist es möglich mehrere verschiedene Gesichterposen zu erstellen. Diese können dann in einen Morph-Modifikator geladen werden. Mit Hilfe des Morph-Modifikators lässt sich bestimmen, wie viel Einfluss die einzelnen Posen auf das ursprüngliche Mesh nehmen sollen. Dabei können die vorher erstellten Posen auch miteinander kombiniert werden.

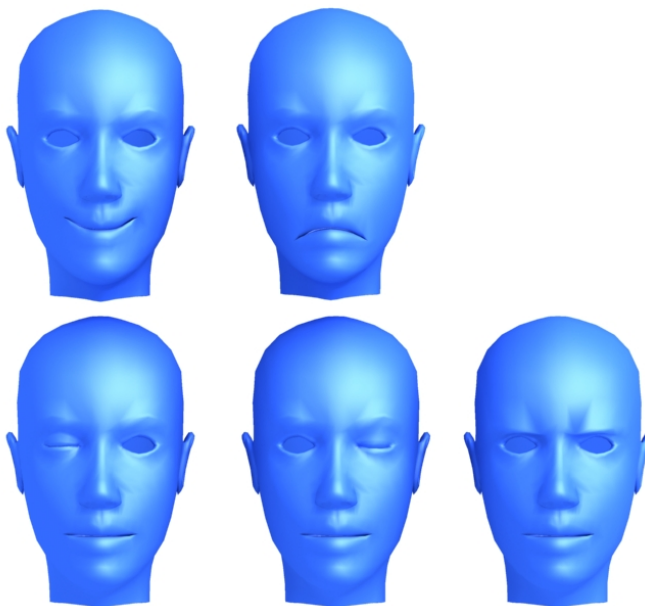


Abb. 54: Morph Posen



Abb. 55: Morph Parameter

48 vgl. Hiedel, R.; Rendelmann, R.; Wolther, J., S. 227

In Abbildung 54 sind verschiedenen Morphing-Posen zu sehen. Diese können, wie in Abbildung 55, als Kanäle in den Morph-Modifikator des Originalmeshs geladen werden. Durch Veränderung der Werte wird der Einfluss der einzelnen Posen bestimmt. Sie können so beliebig miteinander kombiniert werden. Die Abbildung 56 zeigt das entsprechende Ergebnis der Einstellungen in Abbildung 55.



Abb. 56: Morph Objekt

Wie in diesem einfachen Beispiel zu sehen ist, lässt sich mit dem Morph-Modifikator eine Vielzahl von Facials realisieren. So werden unter anderem auch bei der Synchronisation eines Charakters alle wichtigen Laut-Posen erstellt und später mit Hilfe der Morph-Methode an den aufgenommenen Ton angepasst. In vielen Fällen empfiehlt es sich auch eine Kombination aus Lip Sync mit Hilfe von Bones und Morphing zu wählen. So kann die Mundbewegung beispielsweise über Bones und die Mimik über Morph-Modifikatoren gesteuert werden.

## **muskuläre Systeme**

Ein weiterer Teil von Secondary Motion sind die **muskulären Systeme**. Diese ermöglichen es, die Haut eines Charakter bei dessen Bewegung so zu verändern, dass auch seine Muskulatur einen Einfluss auf diese hat. Wie im Kapitel 2.3. beschrieben, gehören Charaktere mit muskulären Systemen zur Gruppe der Multi-layered Modelle.

Es gibt drei verschiedene Arten von Muskulaturen in menschlichen Körper. Grundsätzlich unterscheidet man in glatte (längsgestreifte) und quergestreifte Muskulatur, wobei letztere sich in Herzmuskulatur und Skelettmuskulatur aufteilt.<sup>49</sup> Für die Betrachtung im Bezug auf die Modellierung von Charakteren ist jedoch nur die Skelettmuskulatur relevant, da nur sie bei der Beeinflussung der Haut eine Rolle spielt.

<sup>49</sup> vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Muskulatur>, 08.06.2009



Komplexe muskuläre Systeme, wie die eines Säugetiers, zu simulieren, ist sehr aufwendig und in 3dsmax von Hand ohne zusätzliche Hilfsmittel kaum möglich. Aus diesem Grund gibt es für solche speziellen Modellierungs- und Animationsverfahren zusätzliche Tools, die in 3dsmax integriert sind. Eines der wohl leistungsfähigsten Module ist das so genannte **Absolute Character Tools**, kurz **ACT** der Firma cgCharacter<sup>50</sup>. Dieses spezielle PlugIn verfügt über alle nötigen Werkzeuge, um ein Skelett mit Muskeln auszustatten und diese zu animieren. Dabei wird das Modell nicht mehr, wie herkömmlich von außen nach innen, sondern von innen nach außen aufgebaut. Das heißt, dass zuerst ein Skelettgerüst erstellt wird. Dieses Skelett wird dann mit Muskeln ausgestattet, die sich realistisch verhalten sollen. Am Ende wird über die Muskulatur die Haut des Modells gelegt. Diese Haut verformt sich dann nicht mehr nur durch Bewegung des Skelettgerüsts, sondern auch über die Kontraktion der Muskeln.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Veränderung der Haut anhand einer einfachen Bizeps-Muskulatur, welche beim Beugen des Armes ihre Form verändert. Die ersten zwei Abbildungen (57 und 58) veranschaulichen einen Arm ohne Muskulatur, Abbildung 59 und 60 einen Arm mit einem einfachen selbst erstellten Bizeps und Abbildungen 61 und 62 einen Bizeps, der mit ACT erstellt wurde.

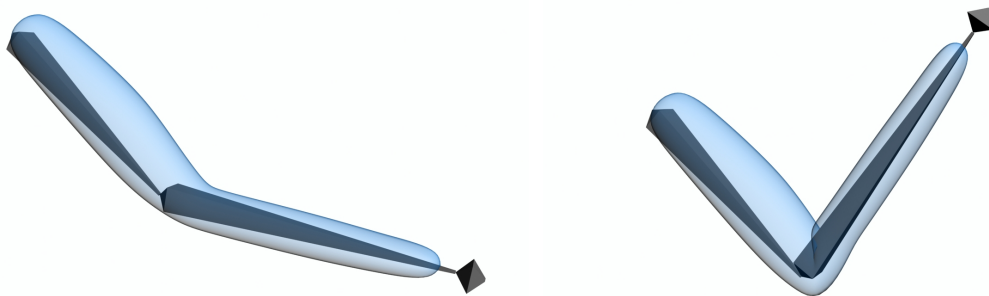


Abb. 57: ohne Muskulatur ungebeugter Zustand

Abb. 58: ohne Muskulatur gebeugter Zustand

<sup>50</sup> vgl. [http://www.cgcharacter.com/act\\_pro16.html](http://www.cgcharacter.com/act_pro16.html), 05.08.2009

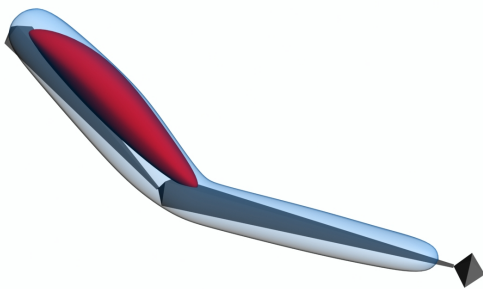


Abb. 59: mit Muskulatur ungebeugter Zustand

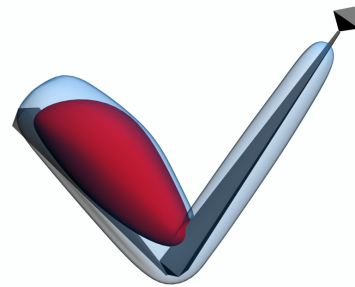


Abb. 60: mit Muskulatur gebeugter Zustand

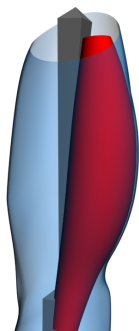


Abb. 61: ACT Muskulatur ungebeugter Zustand

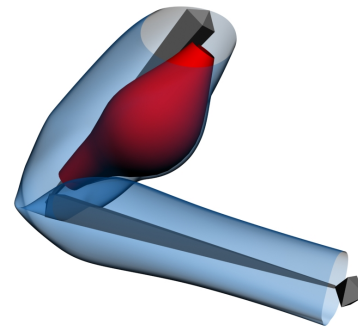


Abb. 62: ACT Muskulatur gebeugter Zustand

Wie man hier sehen kann verändert sich der Umfang und die Größe des Oberarms in Abhängigkeit vom Beugungswinkel des Unterarmes. ACT verfügt des weiteren über schon vorgefertigte komplette animierbare Charakter, an denen der Aufbau von innen nach außen noch einmal verdeutlicht werden kann.

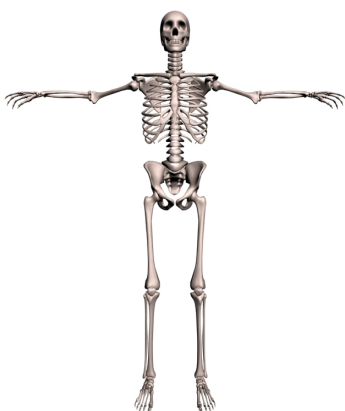


Abb. 63: ACT Skelett



Abb. 64: ACT Muskulatur

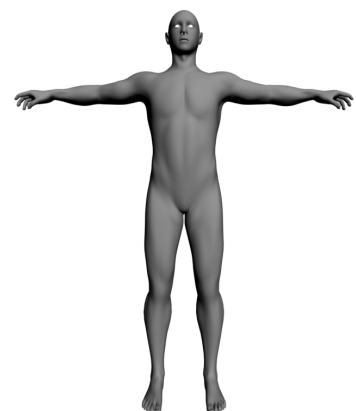


Abb. 65: ACT Haut

Wie in Abbildung 63 bis 65 deutlich zu sehen ist, ist der Aufbau der Muskulatur sehr komplex und aufwendig. Um einen selbst erstellten Charakter mit solcherlei Systemen auszustatten, ist ein hoher Zeitaufwand nötig. Aus diesem Grund und aus Kostenfragen ist es sinnvoll, den Aufwand-Nutzen-Faktor genau abzuwägen.

### 2.3.6. Motion Capture

Unter Motion Capture versteht man die Übertragung von Bewegungsabläufen realer Lebewesen auf einen virtuellen Charakter. Dabei werden die Bewegungsdaten des lebendigen Vorbildes durch ein Motion Capture System aufgenommen und in eine Datei gespeichert, die dann auf einen Charakter angewendet wird.<sup>51</sup> Diese Dateien lassen sich in 3dsmax importieren und auf ein Biped anwenden. Dabei unterstützt 3dsmax die Dateitypen \*.bip, \*.bvh und \*.csm. Wobei \*.bip Dateien eigentlich 3dsmax interne Biped-Dateien sind. Mit denen zum Beispiel Bewegungsdaten von Bipeds gespeichert werden können. Die anderen zwei Formate sind allgemeine Motion Capture Dateien.

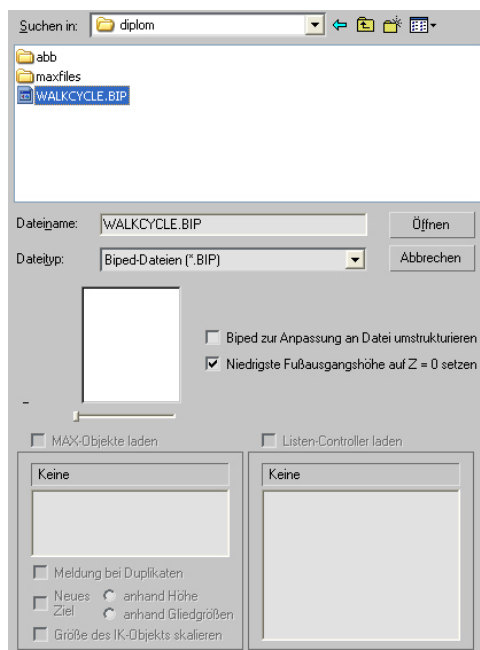


Abb. 66: Motion Capture Datei öffnen

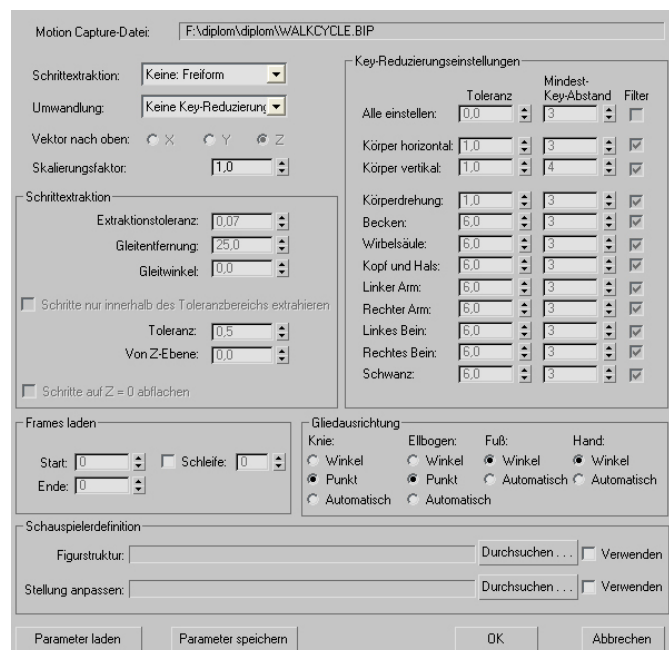


Abb. 67: Konvertierungsparameter für Motion Capture

51 vgl. Wibbe, S.; Pollmann, I.; Wollschläger, D., S. 78

Abbildungen 66 zeigt das Dialogfeld zum öffnen einer Motion Capture Datei. Hat man eine Datei ausgewählt können noch weitere Konvertierungsparameter eingestellt werden (Abbildung 67). Sind die Motion Capture Daten in das Biped eingefügt, übernimmt das Biped automatisch den Bewegungsablauf. Der Vorteil des Motion Capture ist, dass die Bewegungsabläufe besonders realistisch sind, da hier ein reales Individuum Pate stand. So erhält man in den meisten Fällen einen besonders flüssigen Bewegungsablauf, der sehr natürlich wirkt. Außerdem entfällt die mühsame und aufwendige Animation von Hand. Der Nachteil am Motion Capture ist, dass es in manchen Fällen zu unkorrekten Bewegungen des Charakters kommen kann, wenn die aufgenommenen Daten von schlechter Qualität oder fehlerhaft sind<sup>52</sup>. Trotzdem ist das Motion Capture nicht nur eine Ergänzung bei der Animation von Charakteren, sondern eine echte Alternative.

Mit dem Motion Capture soll die Liste der Animationsverfahren an dieser Stelle abgeschlossen sein. Die in diesem Kapitel beschriebenen Animationsverfahren stellen nur einen Teil der Möglichkeiten der Charakteranimation mit 3dsmax dar. Mit ihnen wurde eine solide Basis für die Animation von Charakteren geschaffen und sie bilden damit die Grundlage für die Realisierung der Tutorials dieser Diplomarbeit.

Im nächsten Kapitel wird auf die praktische Umsetzung der Tutorials näher eingegangen. Dabei soll der Aufbau dieser näher erläutert werden. Außerdem wird beschrieben wie diese vom Nutzer zu verwenden sind.

---

52 vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Motion\\_Capture](http://de.wikipedia.org/wiki/Motion_Capture), 10.08.2009

### 3. Praktische Anwendung

Im vorangegangenen Kapitel wurden die theoretischen Grundlagen für die Modellierung und Animation von Charakteren geschaffen. Dazu wurden die verschiedenen Modellierungsverfahren vorgestellt und die unterschiedlichen Techniken für eine Animation von Charakteren erläutert. Das folgende Kapitel befasst sich mit der praktischen Umsetzung der theoretischen Grundlagen. Anhand von verschiedenen Tutorials wird gezeigt, wie ein einfacher Charakter erstellt werden kann. Dazu wird als erstes das Ziel der Tutorials definiert und die unterschiedlichen Arten erläutert. Anschließend werden die Schritte für die Modellierung und Animation eines Charakters mit Hilfe der Tutorials vorgestellt. Zum Schluss wird noch ein Ausblick über Erweiterungsmöglichkeiten gegeben.

#### 3.1. Ziel der Tutorials

Das Ziel der Tutorials ist es Studierenden und Interessenten eine Einführung in die Modellierung und Animation von Charakteren mit 3dsmax zu geben. Die Tutorials behandeln die Grundlagen der Charaktermodellierung und -animation. Aus diesem Grund ist das Charaktermodell nicht übermäßig komplex. Sie verstehen sich als Einführung, setzen jedoch ein gewisses Maß an Grundlagenwissen im Umgang mit der Software voraus und sind deshalb nicht für den Einstieg in das Programm und das Themengebiet der 3D Animation geeignet.

#### 3.2. Arten der Tutorials

Um einem Nutzer den Umgang mit einer bestimmten Software zugänglich zu machen, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Ein bewährtes Lern- und Lehrmittel sind die sogenannten Tutorials: „Ein Tutorial (lat. *tueri* „beschützen, bewahren, pflegen“) ist eine schriftliche Gebrauchsanleitung, die mit Hilfe von (teils bebilderten) Beispielen Schritt für Schritt erklärt, wie man mit einem Computerprogramm umgeht oder

bestimmte Ergebnisse erzielt.“<sup>53</sup> Dabei können sie selbständige Dokumentationen wie Bücher sein oder Teil eines Programms (Software) und dieses nach dem Prinzip Learning-by-Doing erklären. Sie werden von professionellen Nutzern oder von den Herstellern der Programme erstellt und ermöglichen so Anfängern schnell und ohne zusätzliche Lehrkraft einen Einstieg und erste Erfolge zu erzielen. Tutorials gibt es aber nicht nur für Anfänger, sondern auch für die unterschiedlichsten Wissensstände der Nutzer. Im Bezug auf 3dsmax haben sich im Laufe der Zeit zwei verschiedene Arten von Tutorials durchgesetzt. Zum einen sind das die so genannten Video-Tutorial und zum anderen die Text-Tutorial.

### **Video-Tutorial**

Ein Video-Tutorial ist eine elektronische Form der Gebrauchsanweisung, mit deren Hilfe dem Betrachter visuell Kenntnisse vermittelt werden. Es steht also immer als Film zur Verfügung, der mit Hilfe einer zusätzlichen Software auf dem System des Tutors aufgezeichnet wird. Dabei wird dieser zeitgleich mit dem Audiokommentar des Tutors versehen. Das hat den Vorteil, dass auf diese Weise ein Lehrmaterial entsteht, welches dem Nutzer erlaubt, genau nachzuvollziehen, welche Aktionen er ausführen muss um das gleiche Ergebnis wie der Tutor zu erreichen. Video-Tutorials werden sowohl kostenlos im Internet als auch kostenpflichtig, zum Beispiel als DVD oder zum kostenpflichtigen Download angeboten.<sup>54</sup>

<sup>53</sup> vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Tutorial>, 10.08.2009

<sup>54</sup> vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Video-Anleitung>, 05.08.2009

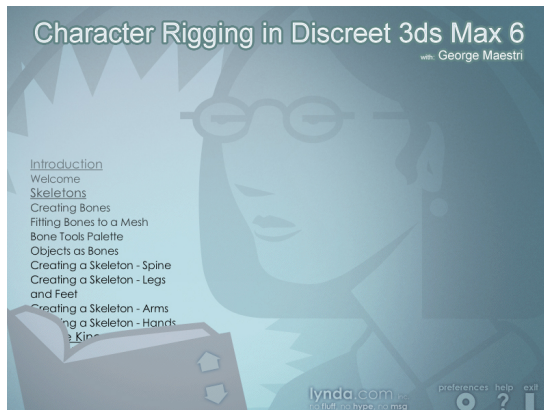


Abb. 68: Lynda Character Rigging in Discreet 3dsmax 6

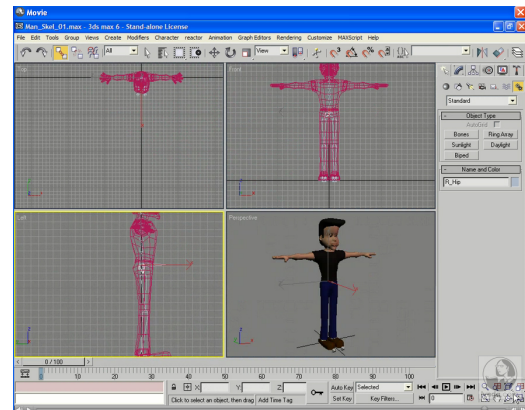


Abb. 69: Lynda Character Rigging in Discreet 3dsmax 6 Video: "Creating a Skeleton - Legs"

Abbildung 68 zeigt das Startmenü des Video-Tutorials „Charakter Rigging in Discreet 3dsmax 6“ der Firma Lynda<sup>55</sup>. In diesem Menü lassen sich die einzelnen Lektionen auswählen, die dann als Video abgespielt werden (Abbildung 69). Auf diese Weise kann der Nutzer die Lektionen Schritt für Schritt abarbeiten mit dem Ziel am Ende einer Lektion das gleiche Ergebnis zu erhalten wie der Tutor. Dabei bauen die einzelnen Lektionen meist aufeinander auf und bilden damit ein komplettes Projekt. Video-Tutorials können sich in ihrem Umfang und in ihrer Komplexität sehr unterscheiden. Im oben genannten Beispiel beläuft sich die gesamte Länge der Lektionen auf vier Stunden und zehn Minuten. Allerdings betrifft dies nur die reine Abspielzeit. Hier wird auch schnell der Nachteil von Video-Tutorials deutlich. Der Anwender muss auf Grund der unterbrechungslosen Abfolge der einzelnen Videos den Film ständig anhalten um die Schritte nachvollziehen zu können. Das verlängert je nach Erfahrung und Fähigkeiten des Nutzers die Arbeitszeit um ein vielfaches. Im Durchschnitt können diese Art der Tutorials so leicht das vierfache der eigentlichen Abspielzeit in Anspruch nehmen. Des weiteren ist es kaum möglich Video-Tutorials ohne einen zweiten Monitor abzuarbeiten, da ein ständiges Umschalten auf einem Monitor zwischen dem Programm und dem Video sehr zeitraubend und umständlich ist. Was jedoch die Nachvollziehbarkeit und den Lernprozess betrifft, gibt es zu den Video-Tutorials kaum anschaulichere Alternativen. Durch die filmische Darstellung kann jede einzelne Mousebewegung vom Nutzer genau beobachtet werden.

<sup>55</sup> vgl. <http://www.lynda.com/home/DisplayCourse.aspx?lpk2=94>, 01.08.2009

## Text-Tutorial

Die zweite Art der Tutorials sind die Text-Tutorials. Diese liegen in schriftlicher Form vor und werden meist mit Bildern ergänzt. Die Text-Tutorials bilden die häufigste Form der Tutorials und sind entweder in gedruckter Form oder als Online-Tutorials verfügbar. Was ihre Vielfalt betrifft, ist diese nahezu unerschöpflich. Zu allen Themen rund um 3dsmax lassen sich Bücher oder Online-Tutorials finden, welche unterschiedlichster Komplexität sind und somit die individuellen Kenntnissen und Fähigkeiten des Nutzers berücksichtigen. Auch bei den Text-Tutorials werden die Schritte bis zum gewünschten Ergebnis einzelnen beschrieben und vom Anwender abgearbeitet. Der Vorteil bei diesen ist, dass die einzelnen Arbeitsschritte ohne Unterbrechungen nach und nach abgearbeitet werden können und der Nutzer im Gegensatz zu den Video-Tutorials in seinem eigenen Tempo arbeiten kann. Der Schritt, der gelesen wurde, wird im Programm umgesetzt. Danach wird der nächste Schritt gelesen. Wohingegen bei den Video-Tutorials das Video ständig angehalten werden muss, damit die einzelnen Schritte vom Nutzer nachvollziehbar sind. Dabei passiert es des öfteren, dass Teile des Films verpasst werden und das Video zurück gespult werden muss, was die Arbeitszeit erheblich verlängert. Ein Nachteil der Text-Tutorials ist, dass ihre Erstellung durch den Tutor wesentlich mehr Zeit in Anspruch nimmt, da in den meisten Fällen mit Screenshots<sup>56</sup> gearbeitet wird, die den Text ergänzen und die Arbeitsschritte veranschaulichen.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit habe ich mich aus den oben genannten Gründen und den Vorgaben der schon vorhandenen Tutorials an der Hochschule Mittweida für die Text-Tutorials entschieden.

---

<sup>56</sup> Screenshot: Abbild des aktuellen Computerbildschirmes



### 3.3. Tutorials im Rahmen der Diplomarbeit

Wie im Kapitel 3.2. beschrieben, habe ich mich bei den Tutorials im Rahmen der Diplomarbeit für Text-Tutorials entschieden. Diese sind in Form von Präsentationen verfügbar um sie einerseits als Unterrichtsmaterial in Seminaren verwenden zu können und um andererseits von Studenten selbständig bearbeitet zu werden. Die Tutorials wurden in Open Office<sup>57</sup> erstellt und sind sowohl als Präsentationen als auch als pdf-Dateien<sup>58</sup> verfügbar.

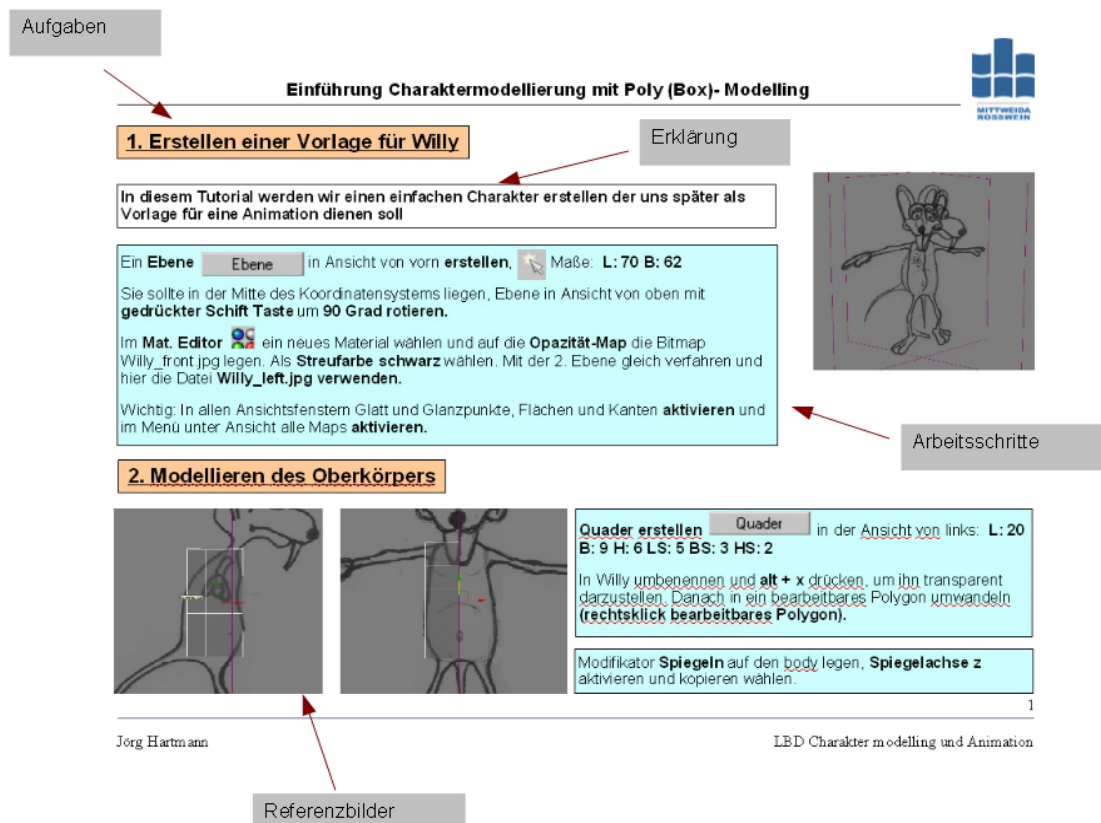


Abb. 70: Präsentation der Tutorials am Beispiel der Charakter Modellierung

In Abbildung 70 ist zu sehen, dass die Tutorials aus drei unterschiedlichen Textelementen und Bildern bestehen. Die roten Textfelder bezeichnen dabei die Überschriften der einzelnen Schritte, die weißen Textfelder geben eine Erläuterung der anstehenden

<sup>57</sup> Open Office v3.1 (<http://de.openoffice.org>)

<sup>58</sup> pdf: Portable Document Format der Firma Adobe Acrobat

henden Einheit wieder und die cyanfarbenen Textfelder beinhalten den eigentlichen Arbeitsschritt. Diese farbliche Aufteilung und das gesamte Layout der Präsentationen orientiert sich an den schon vorhandenen Tutorials der Hochschule Mittweida und waren eine Maßgabe für die Erstellung.

### 3.3.1. Subdivision-Modellierung

Das erste Tutorial behandelt die Modellierung eines Charakters mithilfe der Subdivision-Modellierung. Um einen Charakter zu modellieren, empfiehlt es sich zu Beginn eine Vorlage zu erstellen, an der man sich beim Modellieren des Charakter orientieren kann. Am besten eignen sich dafür Bilder des Objektes in der Ansicht von Vorn und von der Seite, mit Hilfe derer sich das dreidimensionale Modell herausarbeiten lässt.

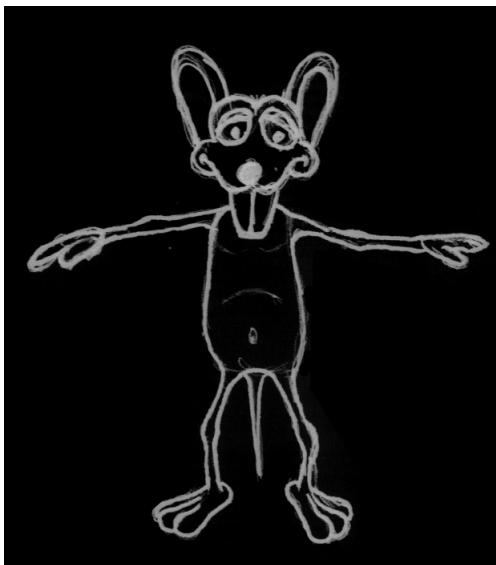


Abb. 71: Vorlage Tutorial Subdivision-Modellierung Charakter "Willy" Front



Abb. 72: Vorlage Tutorial Subdivision-Modellierung Charakter "Willy" Left

Die in Abbildung 71 und 72 dargestellten Bilder wurden von Hand gezeichnet und anschließend am Computer eingescannt. In 3dsmax werden diese dann mit Hilfe des Materialeditors als Opazitäts-Map auf zwei Objekte des Typs Ebene gelegt. Diese

beiden Ebenen sind um 90 Grad zueinander gedreht und haben die gleichen Längenverhältnisse wie die Vorlagenbilder.



Abb. 73: fertige Vorlagen

Abbildung 73 zeigt die fertige Vorlage in 3ds-max. Die zwei Ebenen schneiden sich in ihrer Mitte und liegen in der Mitte des Koordinatensystems. Ist dieser Schritt abgeschlossen, kann mit der Modellierung des Charakters begonnen werden.

Wie in Kapitel 2.2.1. schon erklärt wurde, beginnt die Subdivision-Modellierung mit einer einfachen Geometrie, die der Größe des zu modellierenden Objektes entspricht. In diesem Tutorial handelt es sich dabei um einen Qua-

der mit der ungefähren Größe des Oberkörpers. Dieser wird in ein bearbeitetes Polygon umgewandelt. Anschließend wird er durch Verschieben der Scheitelpunkte modifiziert, bis er der Form der Vorlage entspricht.

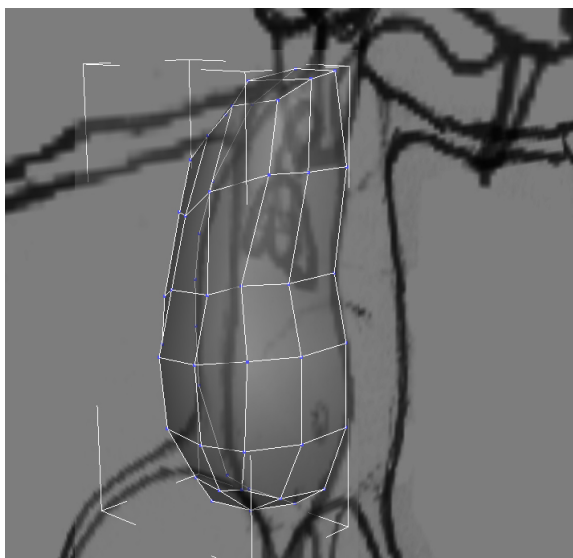


Abb. 74: aus Quader erstellter Oberkörper als bearbeitbares Polygon

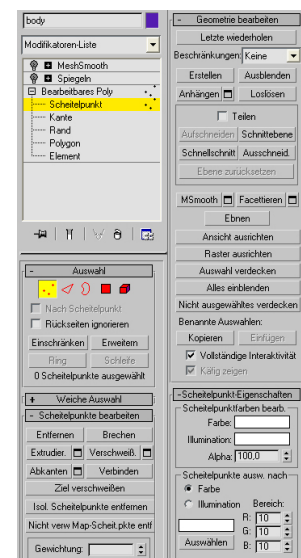


Abb. 75: "Geometrie bearbeiten" Palette

Abbildung 74 zeigt den in ein bearbeitbares Polygon umgewandelten Quader, der durch Verschieben der Scheitelpunkte an die Vorlage angepasst wurde. In Abbildung 75 ist die „Ändern“ Palette des bearbeitbaren Polygons zu sehen. Hier kann zwischen den Unterobjektgruppen Scheitelpunkt, Kante, Rand, Polygon und Segment ausgewählt und so bestimmt werden welche dieser Unterobjektgruppen eine Veränderung erhalten sollen. Dabei hat der Nutzer eine vielfältige Auswahl an Möglichkeiten das Mesh zu manipulieren. Diese erlauben es ihm den Charakter Schritt für Schritt zu erstellen und im weiteren Verlauf auch die Extremitäten herauszuarbeiten. Die Abbildungen 76 bis 78 zeigen die einzelnen Zwischenschritte bei der Erstellung des Charakters.

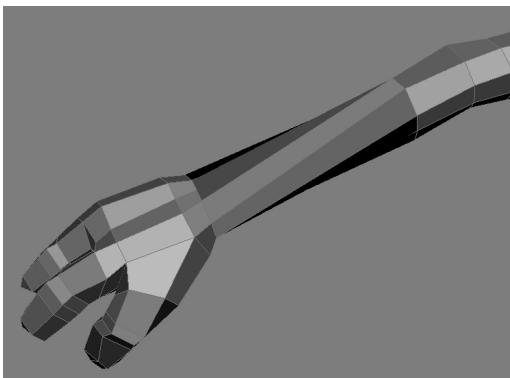


Abb. 76: Arm



Abb. 77: Bein

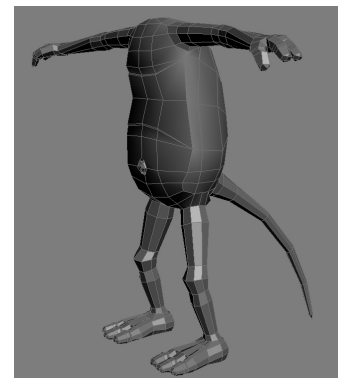


Abb. 78: Körper

Lediglich der Kopf (Abbildung 79) wird als neues separates Objekt auf die gleiche Weise wie der Körper modelliert. Nach seiner Fertigstellung wird er unter „Geometrie bearbeiten“ über die Schaltfläche „anhängen“ dem Objekt „Körper“ hinzugefügt. Aus den zwei Objekten wurde mit diesem Schritt ein Objekt erstellt. Damit ist der Kopf aber noch nicht mit dem Körper verbunden. Hierfür muss die offene Stelle am Halsansatz des Körpers mit der offenen Stelle des Halsansatzes am Kopf verbunden werden. Dies geschieht über das Einfügen von zusätzlichen Polygonen, so dass wie in Abbildung 80 zu sehen ist, der komplette Charakter entsteht.

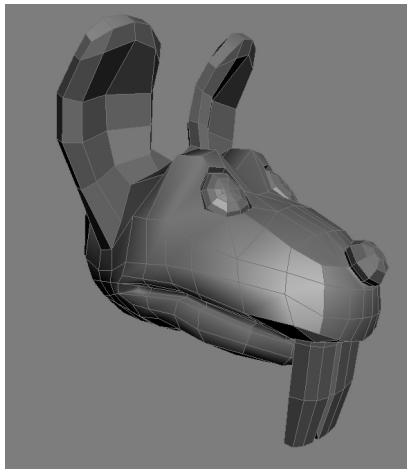


Abb. 79: Kopf

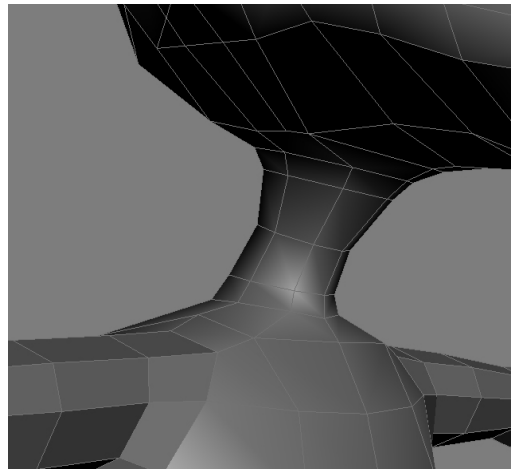


Abb. 80: Hals

Damit ist die Modellierung des Charakters mit Hilfe der Subdivision-Modellierung abgeschlossen.

### 3.3.2. Erstellen und Anpassen eines Bipeds

Bevor ein Charakter animiert werden kann, muss ihm, wie im Kapitel 2.3. beschrieben, erst einmal ein Skelettgerüst hinzugefügt und dieses zugewiesen werden. Das Tutorial „Erstellen und Anpassen eines Bipeds“ beschreibt, wie dabei vorgegangen werden muss und worauf bei der Anpassung des Bipeds an den Charakter zu achten ist.

Zu Beginn wird eine fertige Szene mit dem zu animierenden Charakter geladen. Diese beinhaltet lediglich das Mesh des fertigen Charakters aus dem Tutorial „Modellierung eines Charakters“. Als erstes wird ein Biped erstellt, welches dann im Figurmodus an die Größe und die Proportionen des Meshs angeglichen wird.

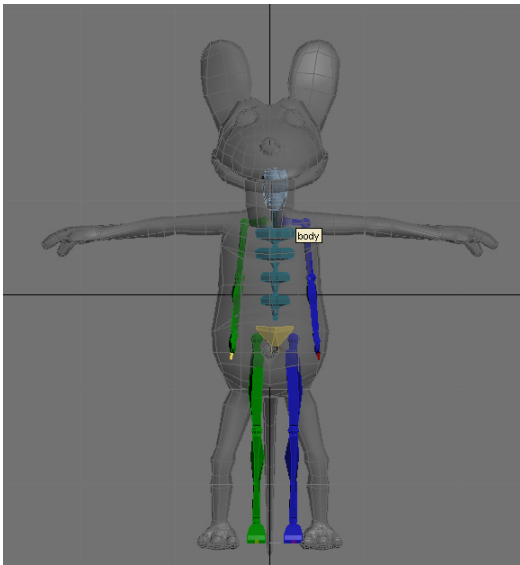


Abb. 81: Biped nach dem Erstellen

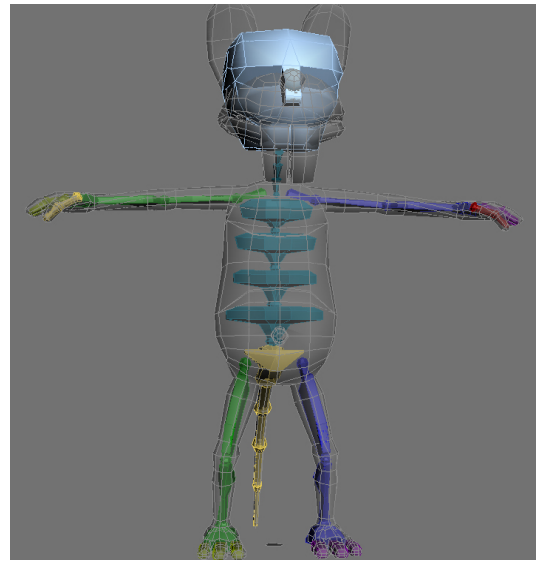


Abb. 82: angepasstes Biped

Abbildung 81 zeigt das erstellte Biped, welches in Abbildung 82 an den Charakter angepasst wurde. Damit die Bewegungen des Bipeds auch den Charakter beeinflussen, muss es noch dem Mesh zugewiesen werden. In diesem Tutorial wurde dafür der Physique-Modifikator verwendet. Er befindet sich nun im Modifikator-Stapel über dem bearbeitbaren Polygon. Über die Unterobjektgruppe „Hülle“ des Physique-Modifikators lässt sich bestimmen, wie die Haut des Charakters bei der Bewegung des Bipeds verformt werden soll.

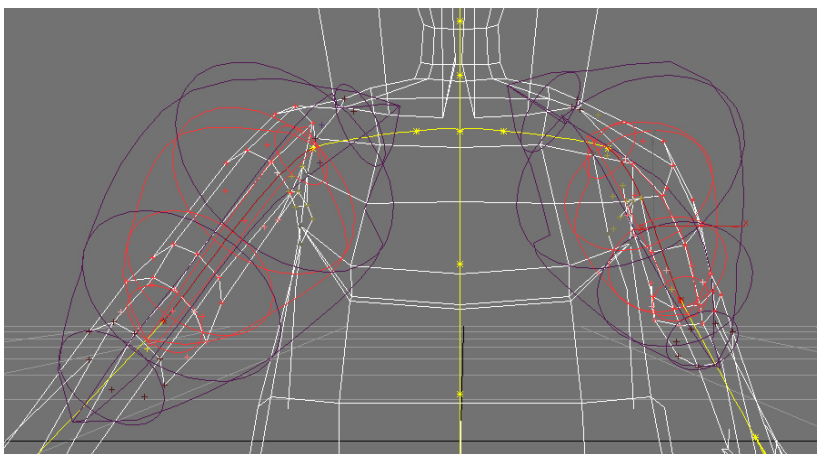


Abb. 83: Hüllen-Parameter der Arme



Abb. 84: Hüllen-Parameter der Beine

Die Abbildungen 83 und 84 zeigen den Einflussbereich des Physique-Modifikators im Bereich der Armen und Beine. Das Tutorial „Erstellen und Anpassen eines Bipeds“ ist mit dem Zuweisen des Physique-Modifikators beendet und der Charakter kann animiert werden.

### 3.3.3. Erstellen eines individuellen Gehzyklus

In diesem Tutorial geht es um die eigentliche Animation eines Charakters mit Bipeds. Es soll ein Gehzyklus erstellt werden, welcher acht Schritte beinhaltet. Der Gang wird dann noch manuell angepasst um die Bewegung fließender zu gestalten und die Grundlagen der Charakteranimation zu veranschaulichen.

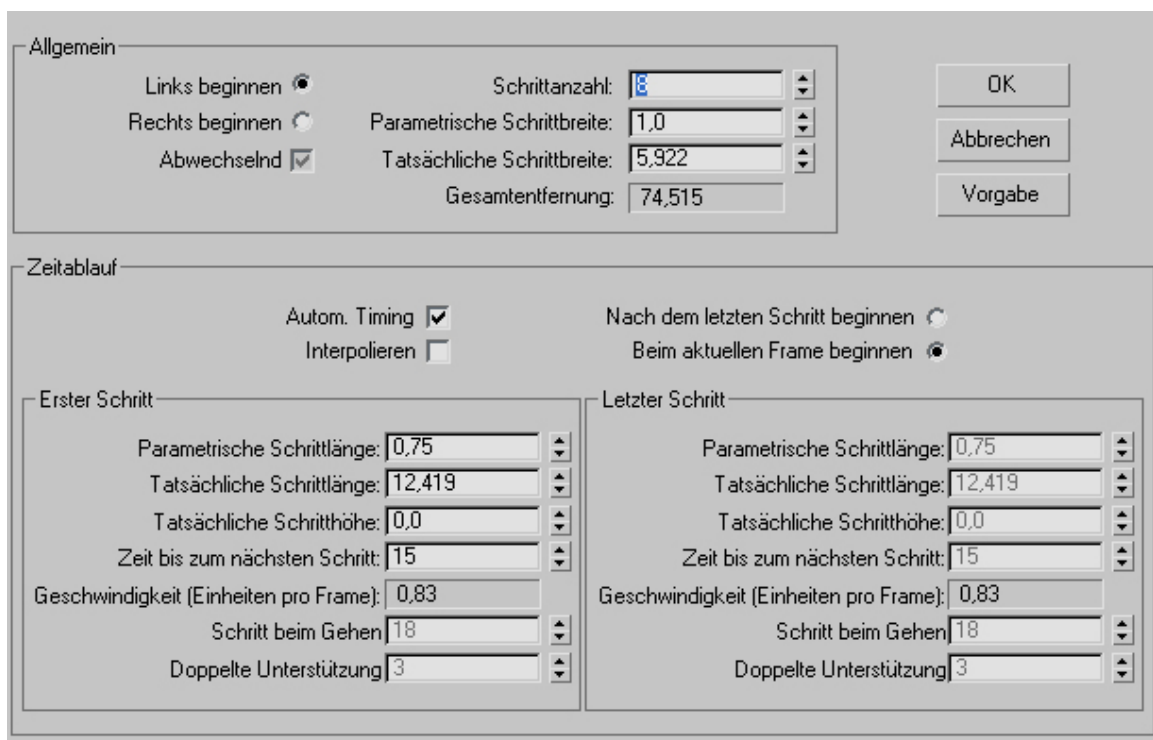


Abb. 85: Fenster "mehrere Schritte erstellen"

Dieses Tutorial basiert auf der Szene des fertiggestellten Tutorials „Erstellen und Anpassen eines Bipeds“. Zu Beginn werden mit Hilfe des Schrittmodus von Charakter Studio acht Schritte erstellt. Die Abbildung 85 zeigt das Fenster „mehrere Schritte er-

stellen“. Unter „Allgemein“ wird die Anzahl der Schritte eingegeben. Alle anderen Parameter werden nicht verändert. Die acht Schritte werden nun in den Ansichtsfenstern von 3dsmax dargestellt und müssen nur noch dem Biped über die Schaltfläche „Keys für inaktive Schritte erstellen“ zugewiesen werden. Die Keys werden automatisch erstellt und das Biped nimmt die Ausgangsposition für den ersten Schritt in Frame 0 ein (Abbildung 86). Wird die Animation abgespielt, läuft das Biped los und der Charakter bewegt sich simultan dazu mit. Es wird jedoch schnell deutlich, dass der Bewegungsablauf noch nicht korrekt funktioniert. Die Ursache hierfür ist das 3dsmax einen Standard Bewegungsablauf verwendet. Dieser hat zur Folge, dass wie in Abbildung 87 und 88 zu sehen ist, die Arme den Oberkörper durchdringen.

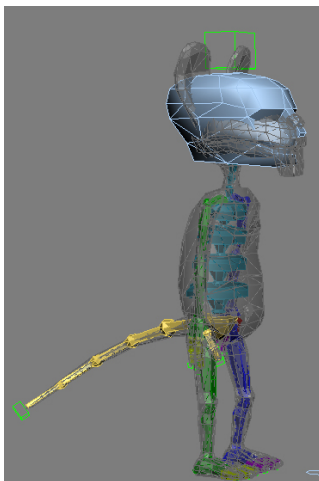


Abb. 86: Gehzyklus  
Startposition

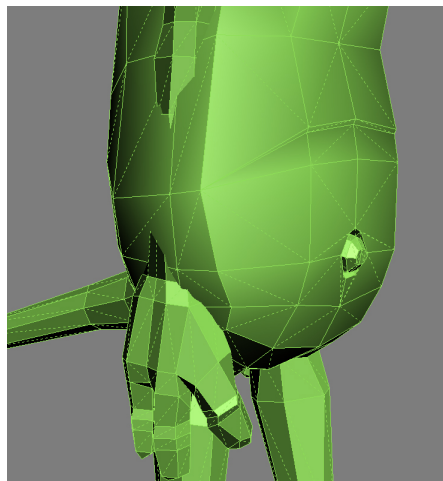


Abb. 87: Problem Arm rechts

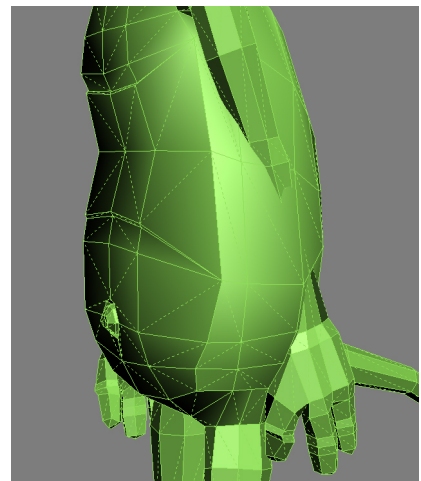


Abb. 88: Problem Arm links

Die Probleme in der Animation werden mit Hilfe der manuellen Animation korrigiert. Dazu wird der Schrittmodus verlassen und „Auto Key“ aktiviert. Jetzt können die einzelnen Keys, die Charakter Studio mit Hilfe des Schrittmodus erstellt hat, von Hand so manipuliert werden, dass die Fehler bei der Bewegung des Charakters behoben sind und die Arme den Oberkörper nicht mehr durchdringen. Außerdem werden noch weitere Bones des Bipeds, wie die Hüfte, die Wirbelsäule und der Kopf im „Auto-Key“ Modus durch Rotation und Bewegung verändert. Dabei ist die Manipulation der einzelnen Bones der aufwendigste Schritt bei der Erstellung von Charakteranimationen,



da man die Zwischenergebnisse immer wieder durch Abspielen der Animation kontrollieren muss. Diese Vorgehensweise nimmt die meiste Zeit in Anspruch, lohnt sich aber sehr, da erst dadurch eine flüssige und realistische Animation zustande kommt.

Die Abbildungen 89 bis 91 zeigen die fertig angepassten Bones während des Animationsverlauf. Das Tutorial „Erstellen eines individuellen Gehzyklus“ ist damit abgeschlossen und der Charakter ist fertig animiert.

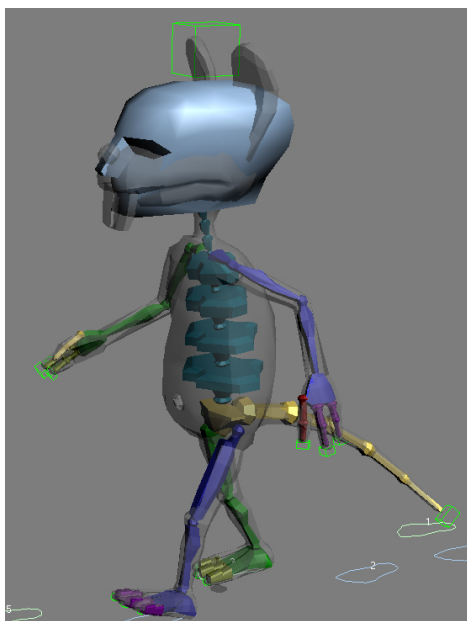


Abb. 89: fertige Animation  
Ansicht 1

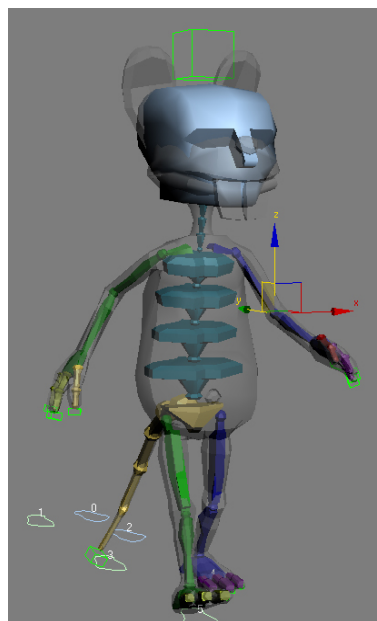


Abb. 90: fertige Animation  
Ansicht 2

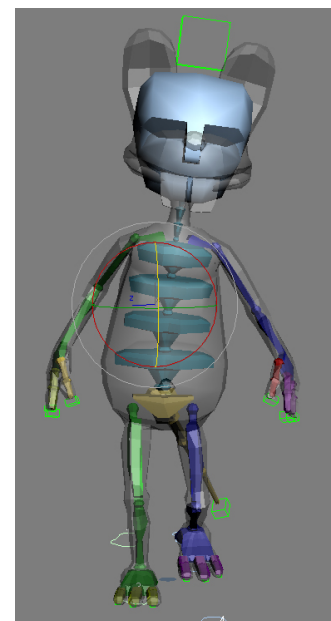


Abb. 91: fertige Animation  
Ansicht 3

Mit diesen drei Tutorials ist die Grundlage für das Modellieren und Animieren von einfachen Charakteren gelegt. Sie sind sozusagen der erste Schritt in diesem komplexen Themenfeld. Im Anhang sind alle erarbeiteten Tutorials, die im Rahmen dieser Diplomarbeit entstanden sind, zu finden.

## 4. Fazit und Auswertung

Die Modellierung und Animation von virtuellen Charakteren ist ein sehr komplexer Prozess. Die vorliegende Arbeit sollte dem Leser einen Eindruck über die Möglichkeiten der Charakter Modellierung und Animation mit 3dsmax vermitteln. Besonderer Wert wurde dabei auf eine praxisnahe Darstellung sowohl des theoretischen als auch des praktischen Teils gelegt. Im ersten Teil der Theorie wurde ein Überblick über die verschiedenen Modellierungsmethoden gegeben. Dabei wurde vor allem die Subdivision Modellierung als Grundlage für das erste Tutorial, die Modellierung eines einfachen Charakters, hervorgehoben. Im zweiten Teil der Theorie wurde auf die Vielfalt der Charakteranimation und deren Realisierung mit 3dsmax in Verbindung mit Charakter Studio eingegangen. Auch hierbei wurde besonderer Wert auf den praktischen Nutzen gelegt, wobei sich die zwei Tutorials der Charakteranimation als Einstieg in die Animation von Charakteren mit 3dsmax verstehen.

Da an der Hochschule Mittweida schon lehrunterstützende Materialien im Bereich 3dsmax verfügbar sind, lag es Nahe den praktischen Teil auf diese aufzubauen. Dabei war es maßgeblich, dass sich die neuen Tutorials nahtlos in die schon vorhandenen einreihen und diese um ein weiteres Gebiet, die Charakteranimation, erweitern. Wie im Kapitel 3 schon beschrieben wurde, können mit den vorhandenen Tutorials die Grundlagen, also der Umgang mit dem Programm und seine wesentlichen Funktionen erlernt werden. Sie beinhalten zum Beispiel das Erstellen von einfachen Geometrien, die Nutzung von Licht und das Zuweisen von Materialien. Um die Tutorials im Rahmen dieser Diplomarbeit zu realisieren, ist es empfehlenswert die schon vorhandenen durchzuarbeiten um so eine Grundlage für die Charakteranimation zu schaffen.

Die entstanden Tutorials verstehen sich in erster Linie als Einführung in die Animation von Charakteren und behandeln bei weitem nicht alle Möglichkeiten, die dem Nutzer mit 3dsmax zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund ist es durchaus denkbar und auch empfehlenswert die Möglichkeiten der Charakter Modellierung und Animati-



on durch weitere Tutorials zu ergänzen. Dafür sollte der theoretische Teil dem interessierten Nutzer die nötigen Anregungen und Denkanstöße bieten. So bietet zum Beispiel die Secondary Motion ein breites Spektrum an Anwendungsmöglichkeiten für weitere Tutorials. Denkbar ist auch ein Tutorial in Form eines komplexen Projektes, das eine Charakteranimation von Beginn, mit der Erstellung eines Storyboards bis zum fertigen Film, einer Animation über mehrere Minuten, erklärt. Die Erweiterungsmöglichkeiten sind nahezu unbegrenzt.

Nicht zuletzt soll an dieser Stelle noch erwähnt sein, dass das Modellieren und Animieren von Charakteren vor allem ein kreativer Prozess ist, der dem Nutzer neben dem versierten Umgang mit der verwendeten Software auch ein geübtes Auge für Ästhetik und Proportionen abverlangt.


## **Anhang**

### 1. Erstellen einer Vorlage für Willy

In diesem Tutorial werden wir einen einfachen Charakter erstellen, der uns später als Vorlage für eine Animation dienen soll.

Ein **Ebene**  in Ansicht von vorn **erstellen**,  Maße: **L: 70 B: 62**

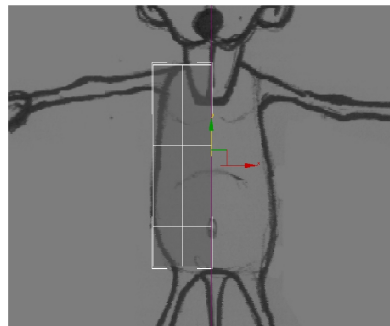
Sie sollte in der Mitte des Koordinatensystems liegen, Ebene in Ansicht von oben mit gedrückter **Shift-Taste** um **90 Grad** rotieren.

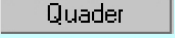
Im **Mat. Editor**  ein neues Material wählen und auf die **Opazität-Map** die Bitmap **Willy\_front.jpg** legen. Als **Streufarbe** **schwarz** wählen. Mit der 2. Ebene gleich verfahren und hier die Datei **Willy\_left.jpg** verwenden.

Wichtig: In allen Ansichtsfenstern Glatt und Glanzpunkte, Flächen und Kanten **aktivieren** und im Menü unter Ansicht alle Maps **aktivieren**.



### 2. Modellieren des Oberkörpers



**Quader erstellen**  in der Ansicht von links:  
**L: 20 B: 9 H: 6 LS: 5 BS: 3 HS: 2**

In Willy umbenennen und **alt + x** drücken, um ihn transparent darzustellen. Danach in ein bearbeitbares Polygon umwandeln (**Rechtsklick** **bearbeitbares Polygon**).

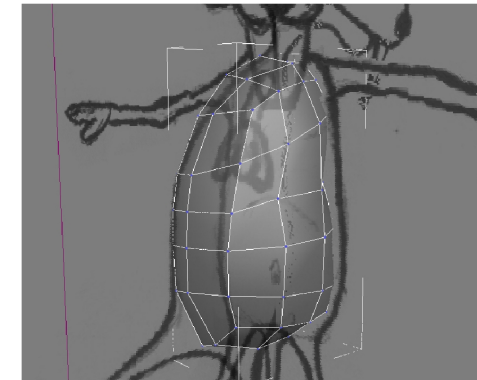
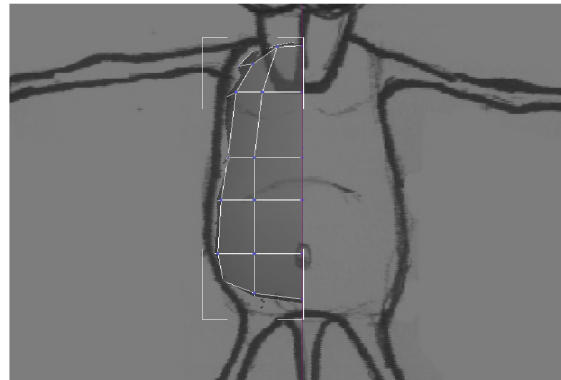
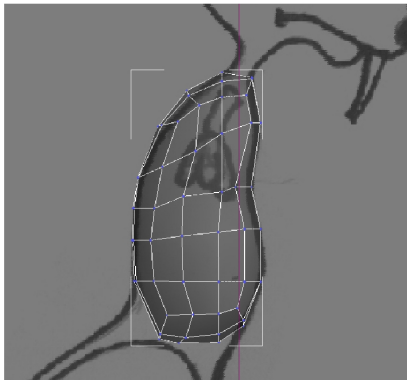
Modifikator **Spiegeln** auf den body legen, **Spiegelachse z** aktivieren und **kopieren** wählen.

1

## Einführung Charaktermodellierung mit Subdivision Modellierung

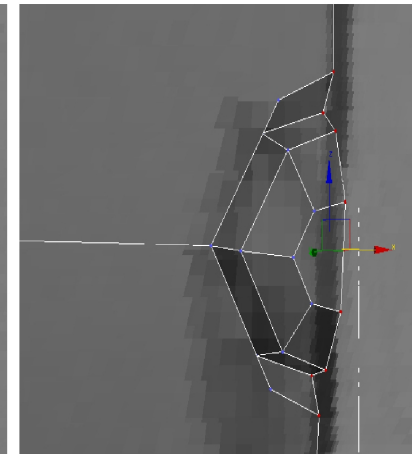
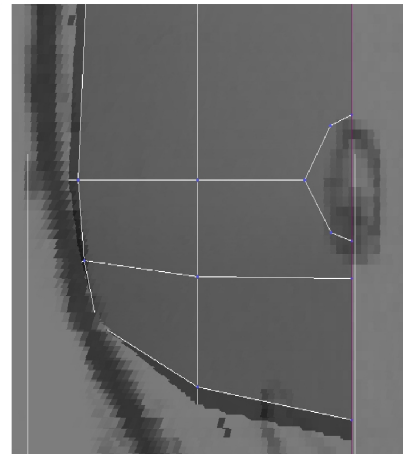
Mit der Modellierung beginnen durch **Verschiebung** der Scheitelpunkte in den verschiedenen Ansichtsfenstern und Willy an die Vorlagen angepasst bis die Form der Vorlage entspricht.

Alle Polygone auf der Spiegelachse **löschen**.



Ausarbeiten der Details mit Hilfe von **Geometrie bearbeiten -> Ausschneiden**. Abkanten der Scheitelpunkte vorn für Bauchnabel und Einfügen zweier neuer Scheitelpunkte.

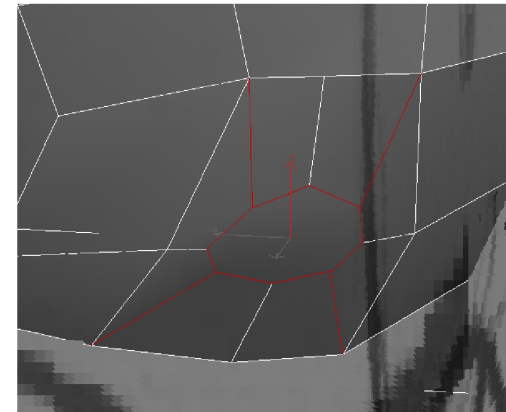
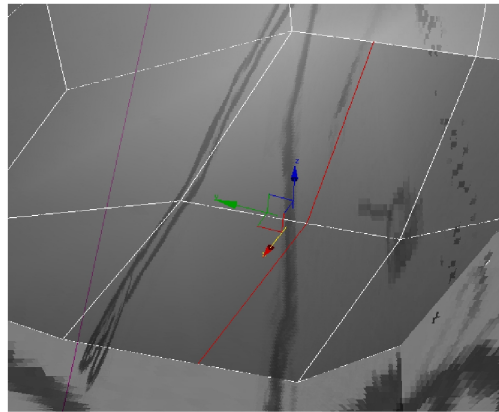
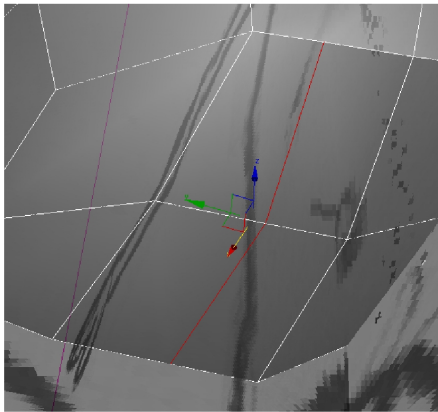
Polygon des Nabels nach innen und mehrmals wieder nach außen **extrudieren**, Polygone auf Spiegel-seite **löschen** und alle Scheitelpunkte des Bauchnabel rechts auf x-Koordinate 0 **verschieben**. Dies ist wichtig für die spätere Verbindung der beiden Hälften.



2

## Einführung Charaktermodellierung mit Subdivision Modellierung

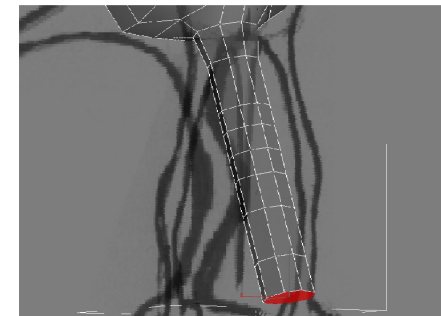
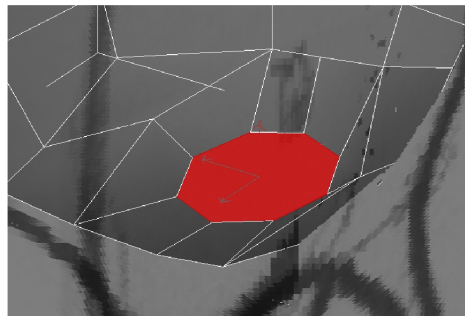
Neue Kanten an der Unterseite **einfügen** um das Bein auszuarbeiten. Den Scheitelpunkt in der Mitte markieren und **abkanten** und dann vier neue Kanten **einfügen**.



### 3. Modellieren der Beine und Füße

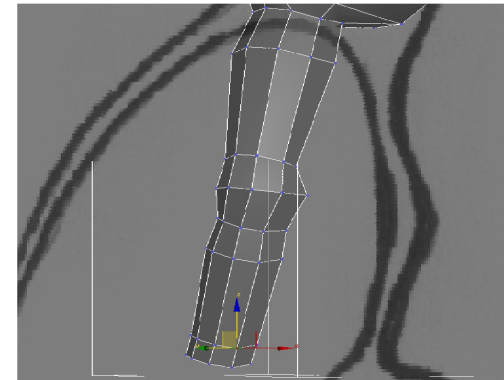
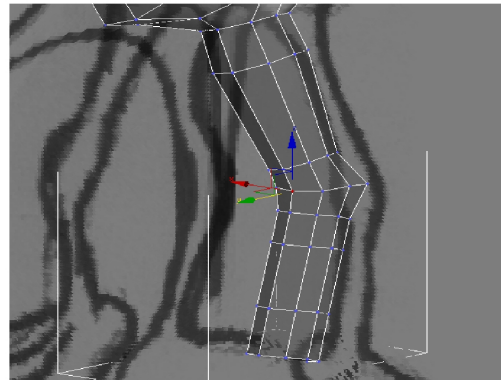
Den Ausschnitt des Beines etwas vergrößern und die Scheitelpunkte **verschieben**, so dass eine gerade Fläche entsteht.

Jetzt die achteckige Fläche markieren und achtmal **extrudieren**.

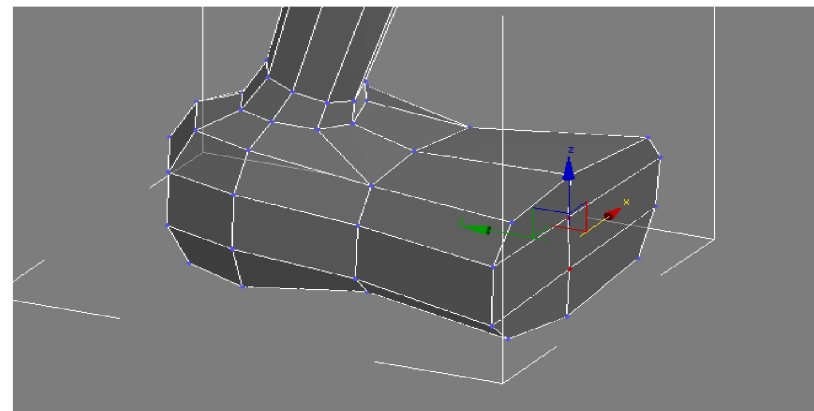
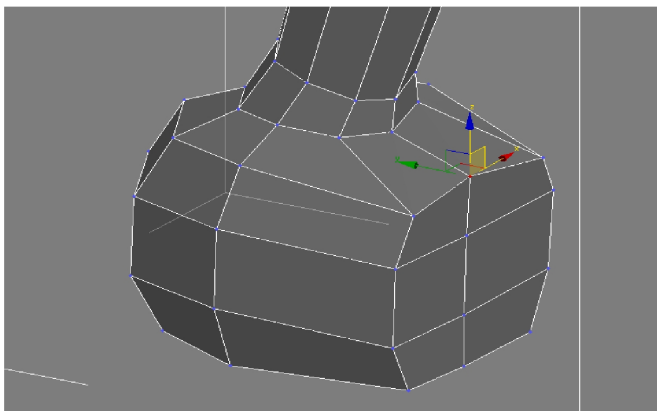


3

Die neuen Segmente des Beines durch **Verschiebung** der Scheitelpunkte an die Vorlage anpassen.



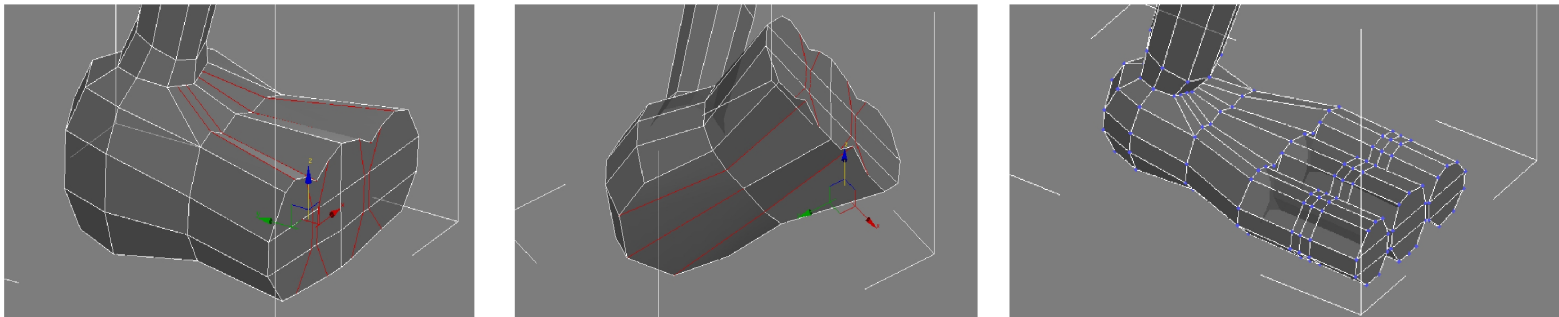
Als nächstes sind die Füße an der Reihe. Das untere Achteck **markieren** und ca. fünfmal **extrudieren**, die Scheitelpunkte **verschieden**, so dass die Fußform entsteht.



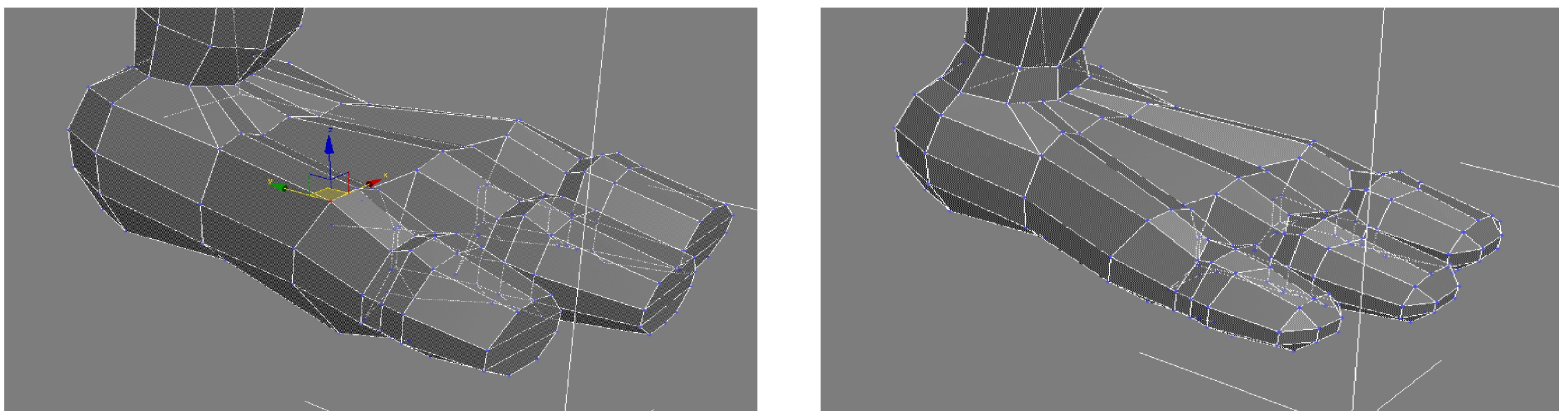


## Einführung Charaktermodellierung mit Subdivision Modellierung

Jetzt zusätzliche Kanten **einfügen** um drei Zehen zu erstellen. Polygone **extrudieren**.



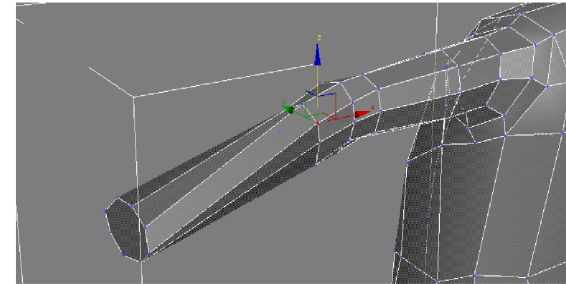
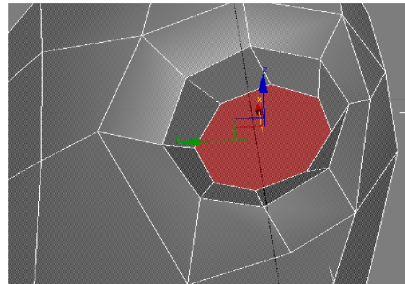
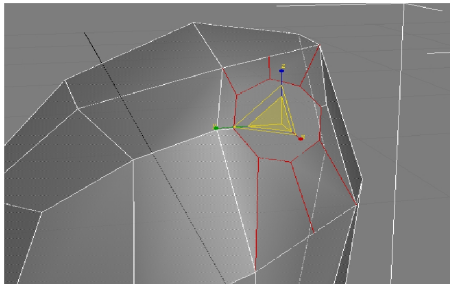
Scheitelpunkte **anpassen**, so dass die Zehenform entsteht. Vorn neue Kanten **einfügen**.



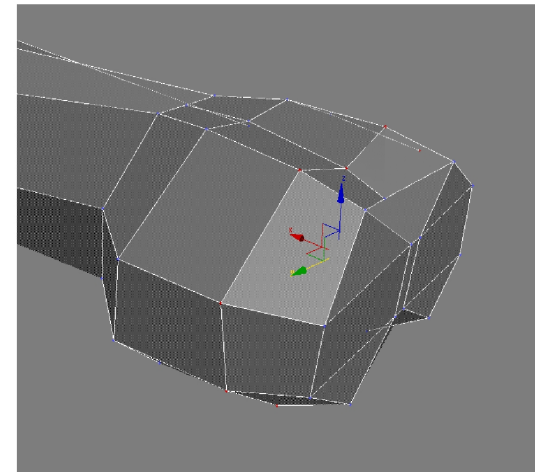
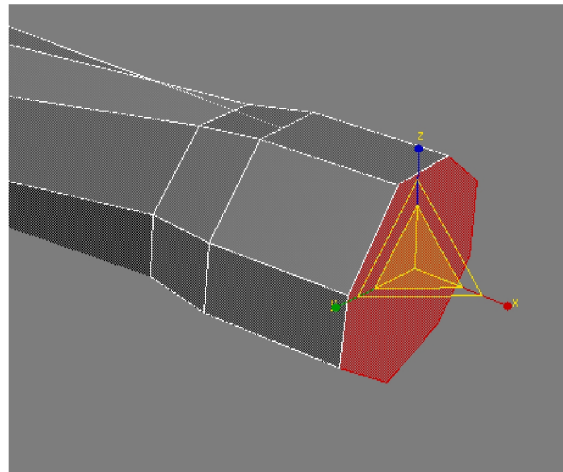
5

### 4. Modellieren der Arme und Hände

Bei den Armen genauso wie vorher bei den Beinen neue Kanten **einfügen**, damit ein Achteck entsteht. Das neue Polygone **extrudieren**, den Arm heraus **extrudieren**. Die Scheitelpunkt wieder so anpassen, dass der Arm der Vorlage entspricht.



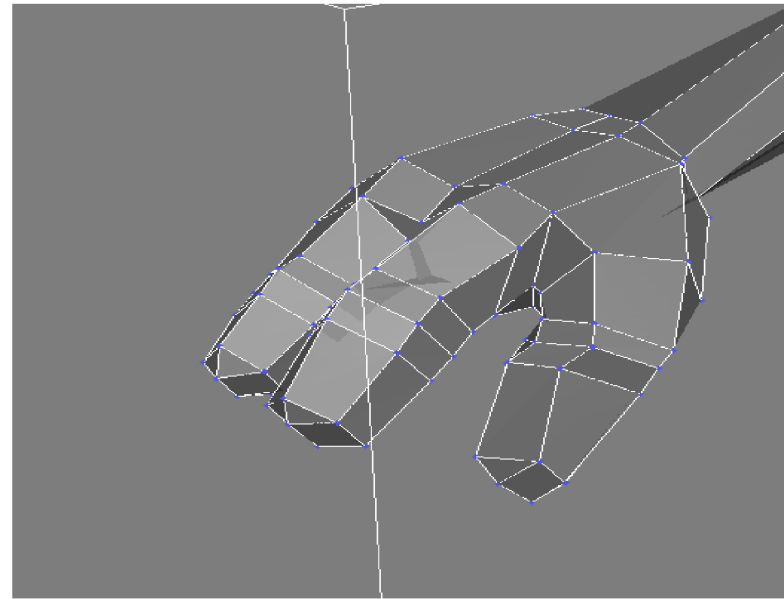
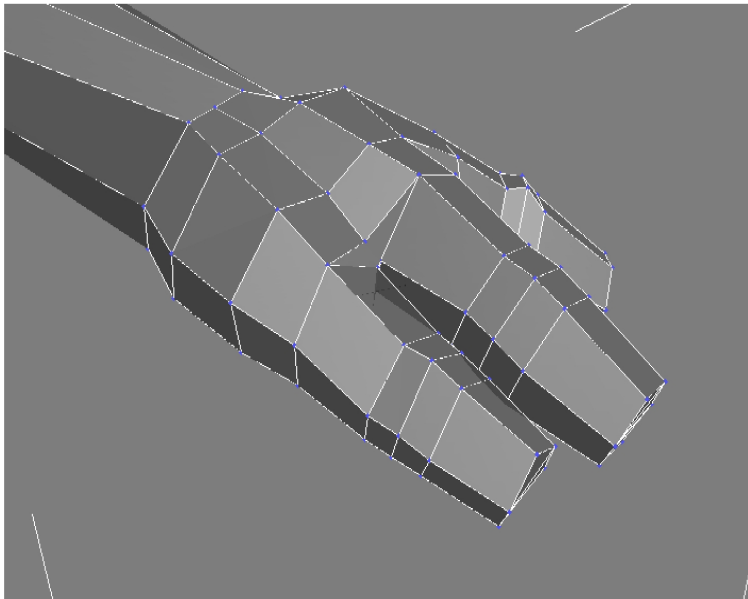
Jetzt die Hand durch **extrudieren** formen und die Finger **erstellen**. Dabei sollte man sich immer an der Vorlage orientieren. Drei Finger sollten ausreichen.



6

## Einführung Charaktermodellierung mit Subdivision Modellierung

Die Scheitelpunkte der Finger so lange bearbeiten, bis sie der Form der Hand entsprechen.

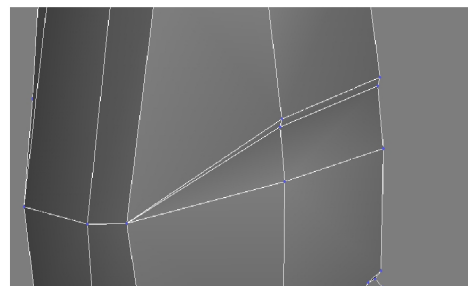
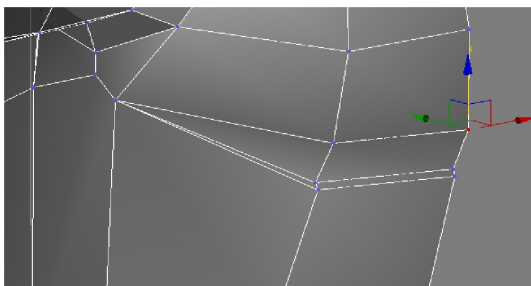
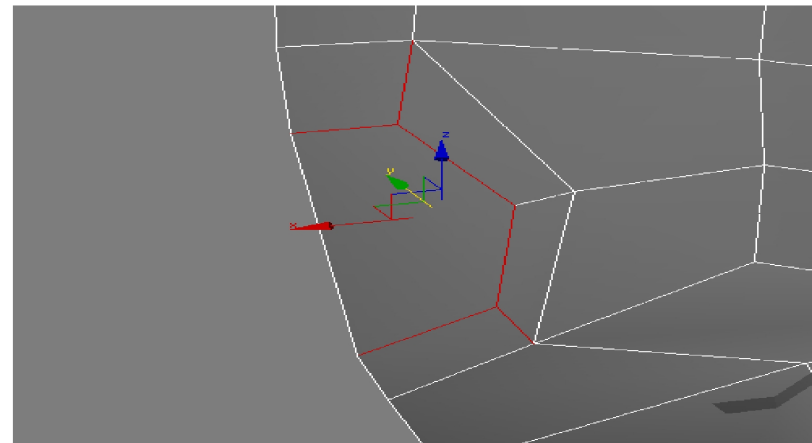
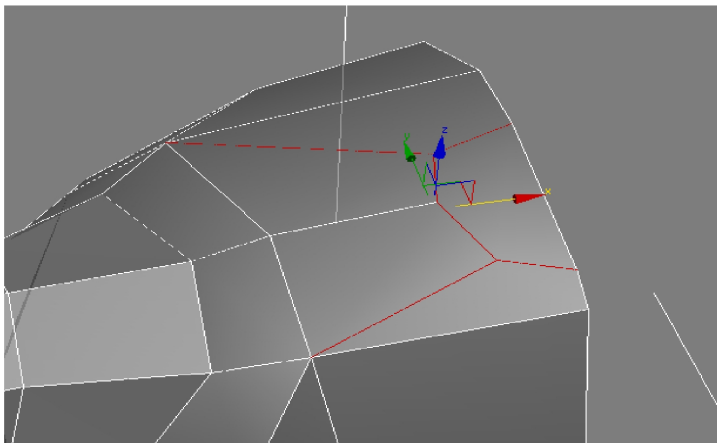


**Das Bein mit dem Fuß und der Arm mit der Hand sind jetzt fertig modelliert.  
Als nächstes wird der Halsausschnitt bearbeitet und neue Details hinzugefügt.**

### 5. Modellieren des Schwanzes und des Halzansatzes

Den Hals- und Schwanzansatz **abkanten** und neue Kanten erstellen.

Details hinzufügen wie Bauchfalte und Brustfalte.



Der Körper von Willy ist fast fertig,  
es fehlt nur noch der Schwanz.

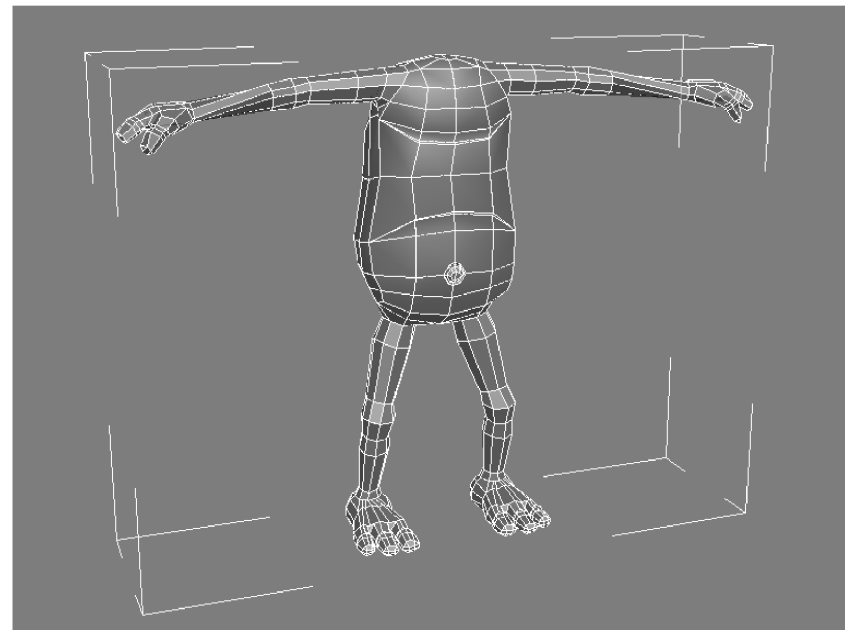
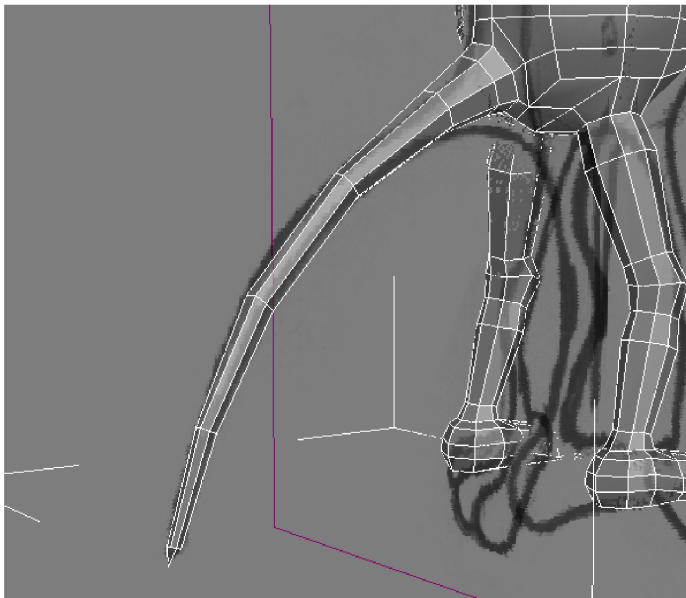
Zuvor muß noch der komplette  
Körper erstellt werden.

## Einführung Charaktermodellierung mit Subdivision Modellierung

Als nächstes wird der Modifikator **Spiegeln entfernt**. Im nächsten Schritt wird das Objekt Willy an der x-Achse **gespiegelt**.

Willy **auswählen** und unter **Geometrie bearbeiten -> anhängen** wählen, dann body01 **auswählen**.

Jetzt alle mittleren Scheitelpunkt an der ehemaligen Spiegelachse **auswählen** und diese **verschweißen**. Dabei sollten die gegenüberliegenden Scheitelpunkte möglichst dicht beieinander liegen.



Nun muss nur noch der Schwanz **extrudiert** werden.

Die Scheitelpunkte **verschieben** und anpassen, so dass sie mit der Vorlage übereinstimmen.

Der Körper von Willy ist jetzt fertig.

Als letztes wenden wir uns dem Kopf zu.

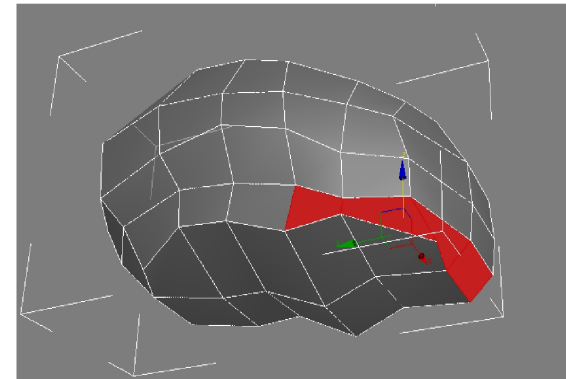
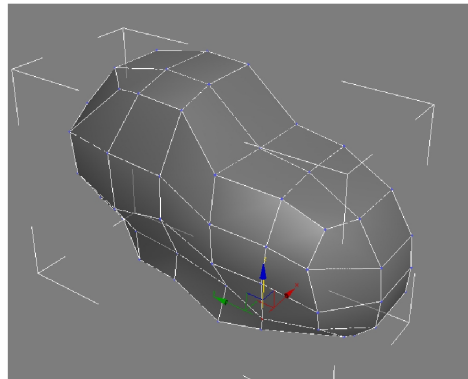
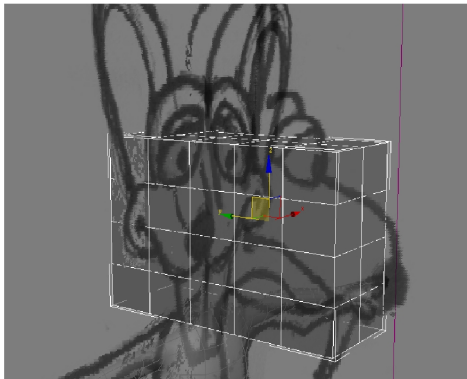
9

## Einführung Charaktermodellierung mit Subdivision Modellierung

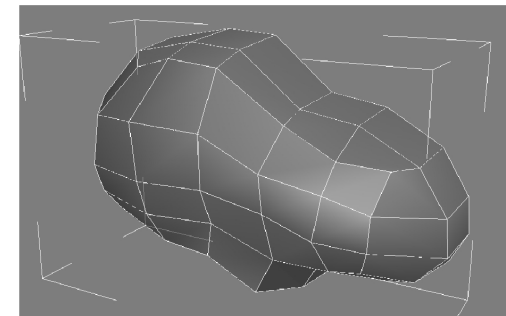
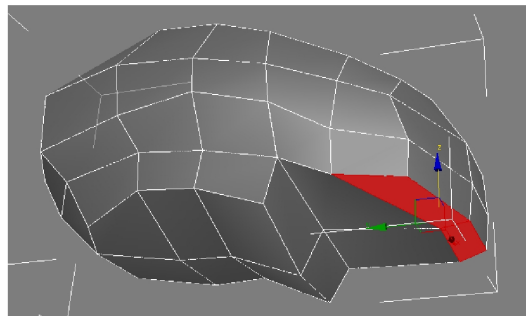
### 6. Modellieren des Kopfes

Es wird ein Quader mit den Maßen: **L:10 B: 16 H: 6 LS: 4 BS: 5 HS: 2** erstellt.

Dieser wird wieder in ein **bearbeitbares Polygone umgewandelt** und die Scheitelpunkte an die Form des Kopfes angepasst. Dabei orientiert man sich an der Ansicht von links und von vorn. Jetzt müssen ein paar Polygone an der Vorderseite **gelöscht** werden (im letzten Bild rot markiert) um den Mund herauszuarbeiten.

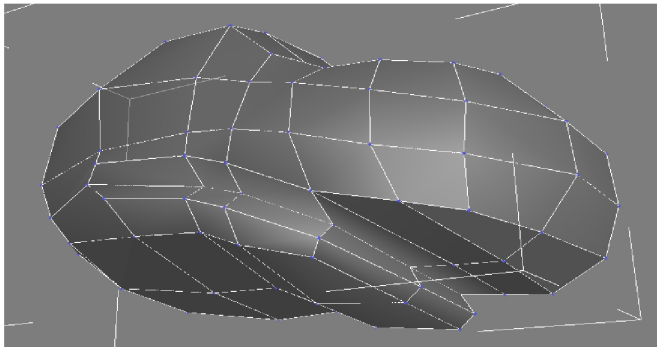


Die offenen Scheitelpunkte miteinander **verschweißen** und neue Flächen erstellen.



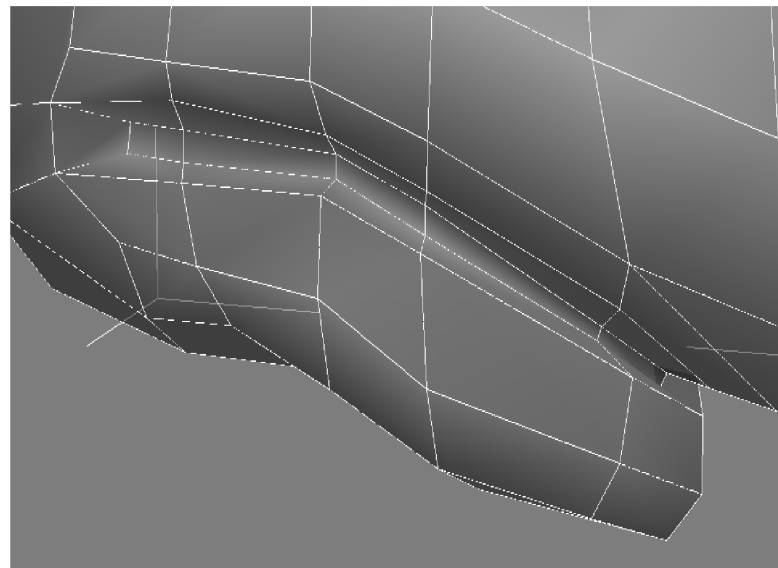
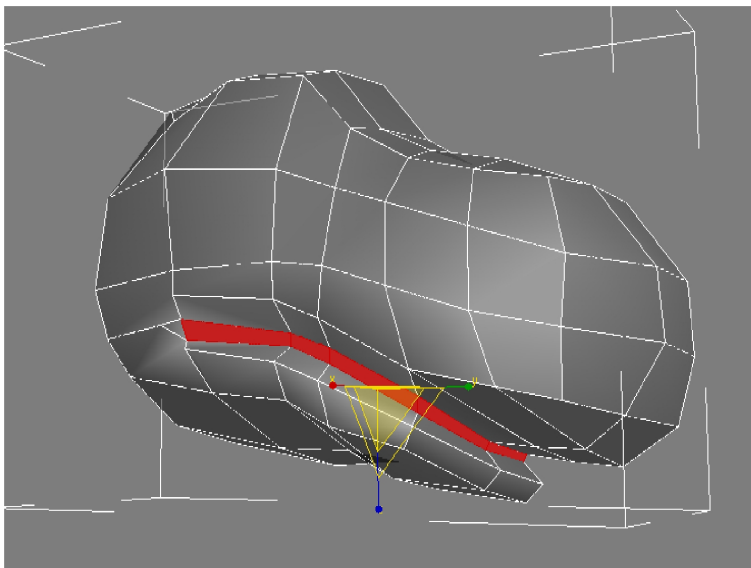
10

## Einführung Charaktermodellierung mit Subdivision Modellierung



Für den Mund neue Kanten **einfügen** und die Scheitelpunkte anhand der Kopfvorlage **verschieben**.

Die Mundfalte noch einmal **abkanten** und nach innen **verschieben**. Die Scheitelpunkte bearbeiten und eine neue Fläche **einfügen**.



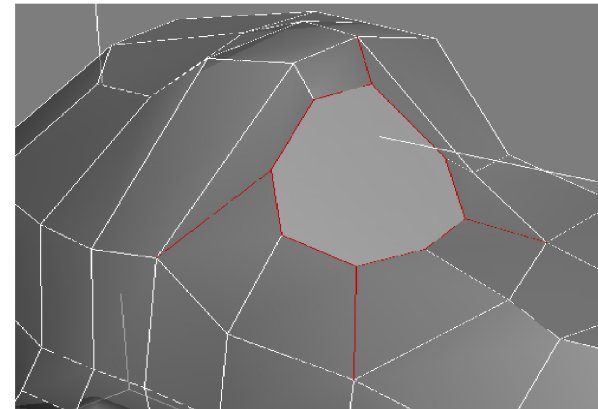
11



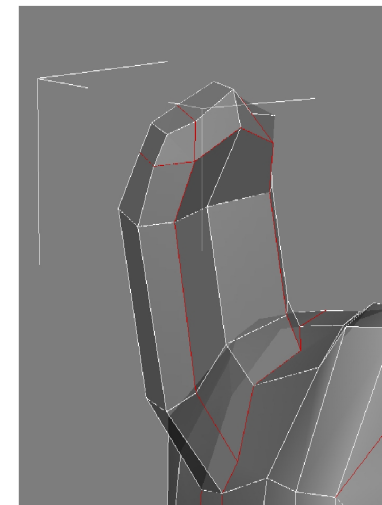
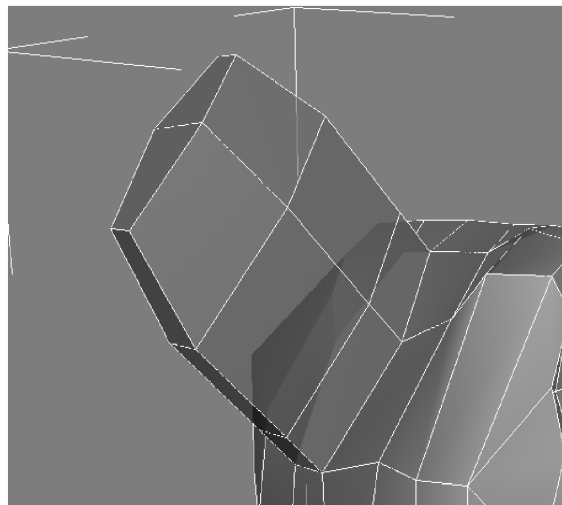
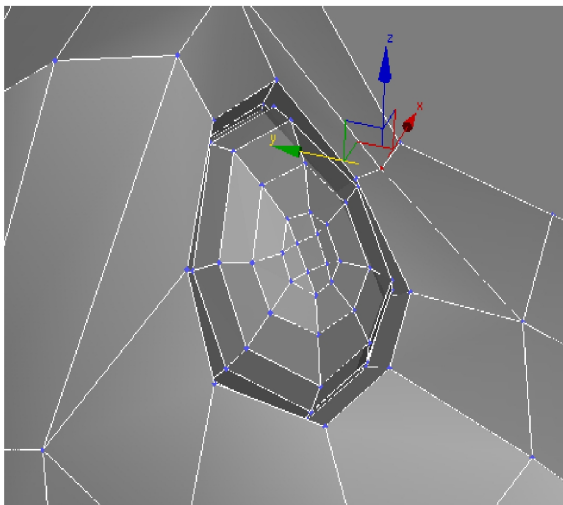
## Einführung Charaktermodellierung mit Subdivision Modellierung



Für die Augen Scheitelpunkt **abkanten** und vier neue Kanten **hinzufügen**. Das Auge **extrudieren** und bearbeiten.



Jetzt die Ohren heraus **extrudieren**. Auch hier neue Kanten **einfügen** und die Scheitelpunkte **verschieben**.

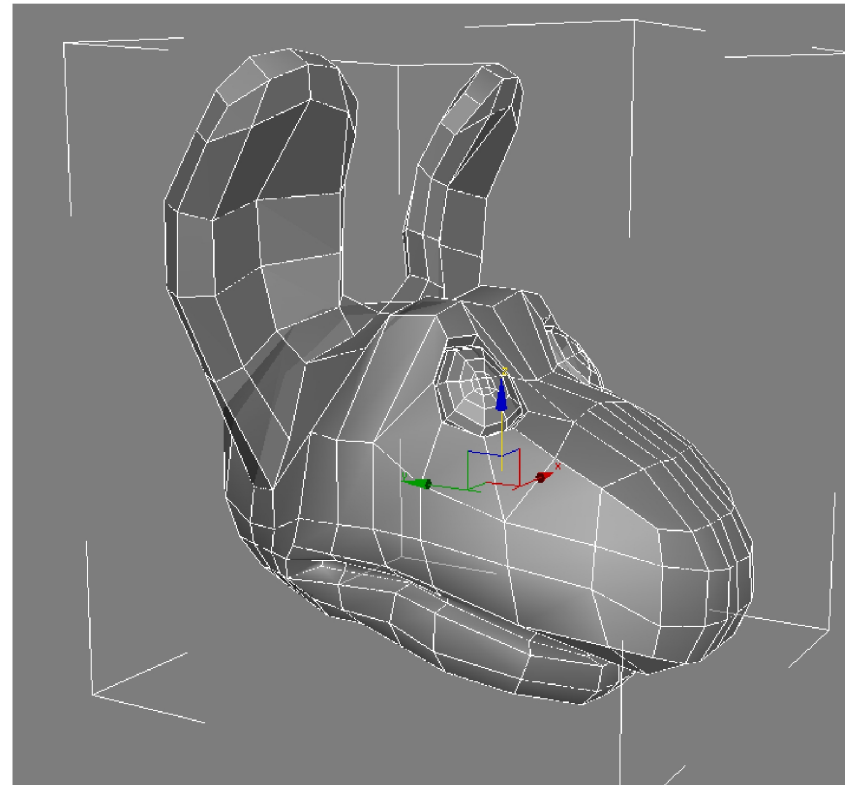
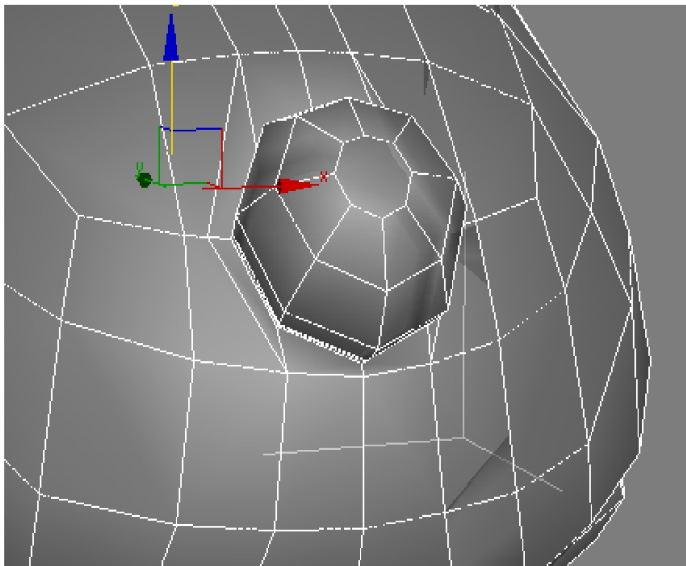


12



## Einführung Charaktermodellierung mit Subdivision Modellierung

Wie schon beim Körper Willys linke Kopfhälfte **spiegeln**, die rechte Kopfhälfte an die Linke **anhängen** und die Scheitelpunkte in der Mitte **verschweißen**.

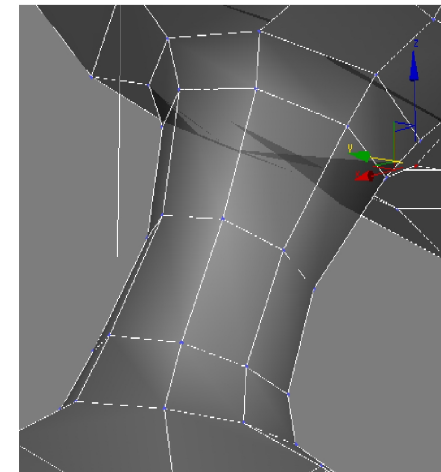
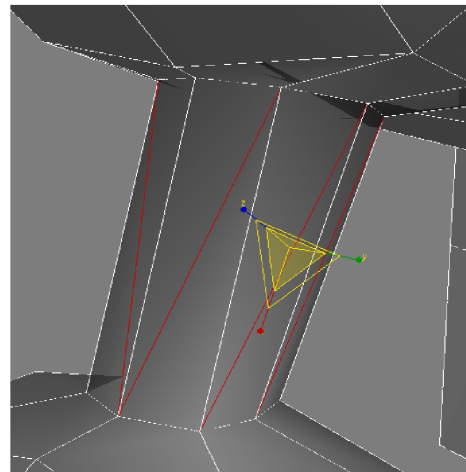
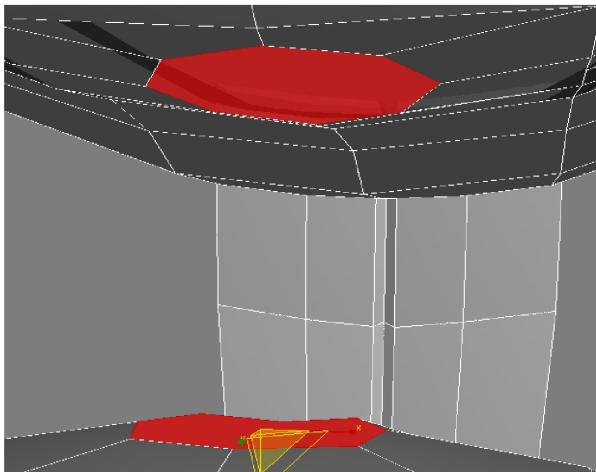
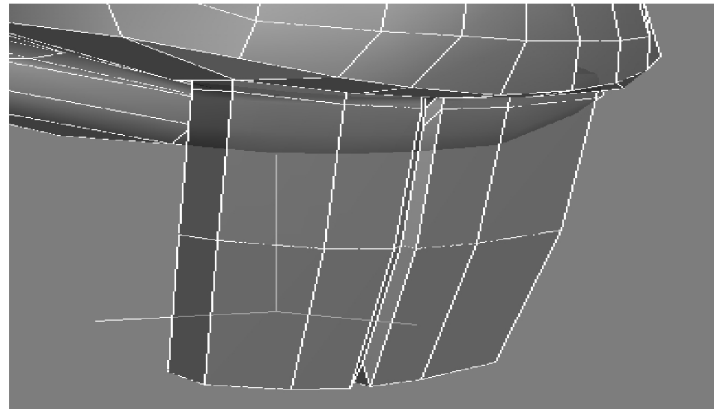


Scheitelpunkt für die Nase **abkanten** und durch **Extrudieren** die Nase herausarbeiten.

Jetzt an der Vorderseite der Oberlippe die Zähne **extrudieren**.

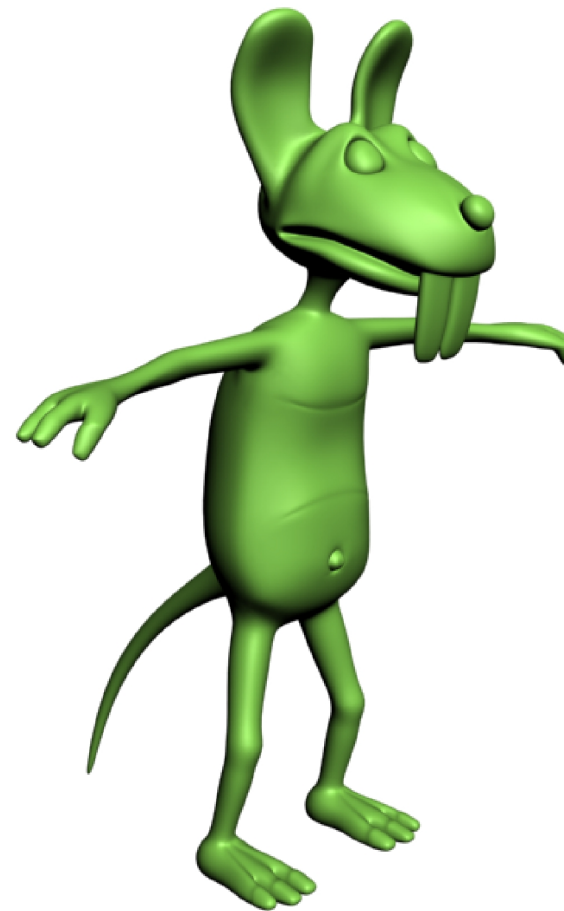
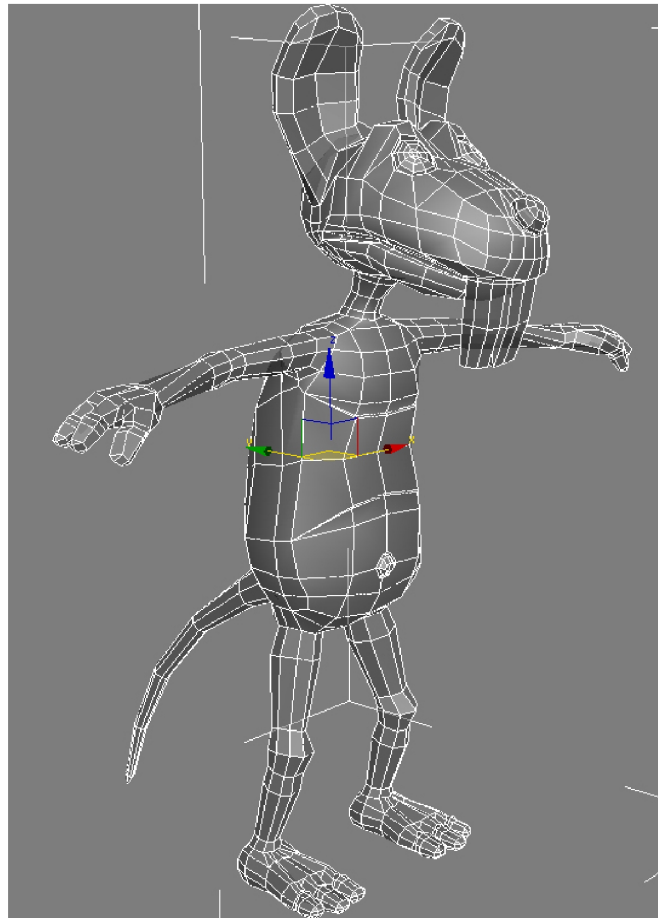
Den Kopf an den Körper **anhängen**, an der Kopf-Unterseite Scheitelpunkt abkanten. Beide achteckige Polygone an Kopf und Hals **entfernen** (Bild unten links rot markiert).

Die Ränder an Hals und Kopf auswählen und unter **Geometrie zusammengesetzte Objekte verbinden** auswählen bei **Glätten -> Brücke und Enden aktivieren**. Die roten Querlinien können entfernt werden (Bild unten Mitte). Ein paar Kanten **einfügen** und noch etwas **skalieren**.



## Einführung Charaktermodellierung mit Subdivision Modellierung



Unser Willi ist jetzt fertig. Die linke Abbildung zeigt ihn ohne “Mesh-Smoth Modifikator” im Ansichtsfenster. Die rechte Abbildung zeigt ihn gerendert mit einem “Mesh-Smoth Modifikator”.





## Einführung Charakteranimation: Erstellen und Anpassen des Bipeds

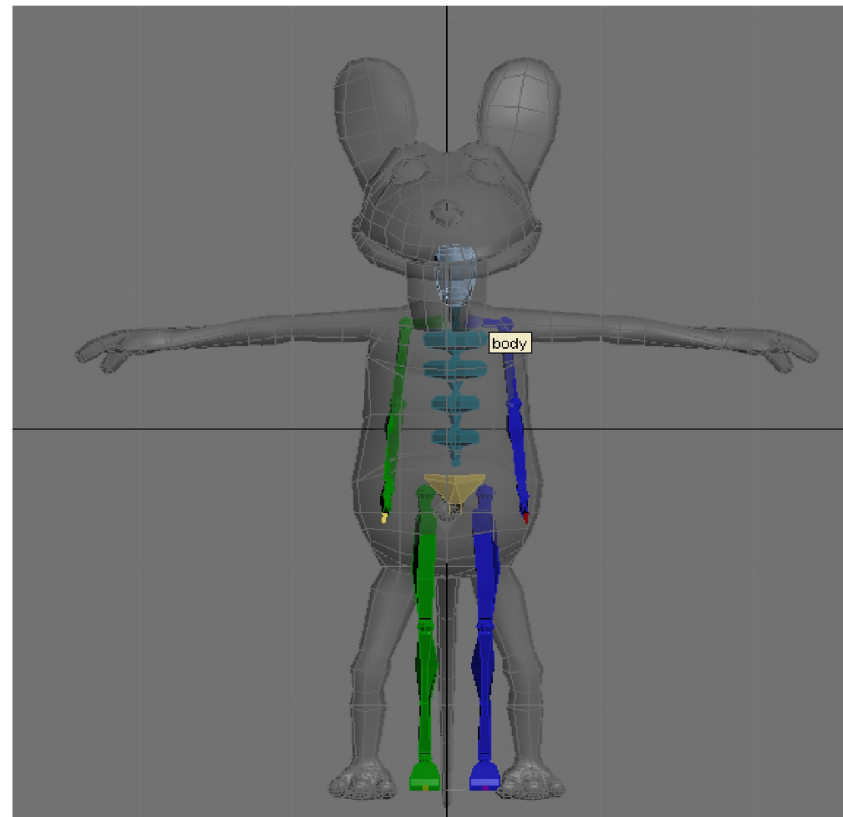
### 1. Erstellen des Bipeds

In diesem Tutorial werden wir Willy ein Biped zuweisen, mit dessen Hilfe wir ihn animieren können.

Öffnen der Datei **Willy\_Biped\_start.max**. In der **“Erstellen Palette” “Systeme”**  auswählen und hier auf **“Biped”**  klicken.  
In der Ansicht von vorne das Biped mit gedrückter Maustaste **aufziehen**, so das die Schultern des Biped mit denen von Willy ungefähr übereinstimmen.

**Einfrieren** von Willy, damit dieser nicht mehr ausgewählt werden kann.

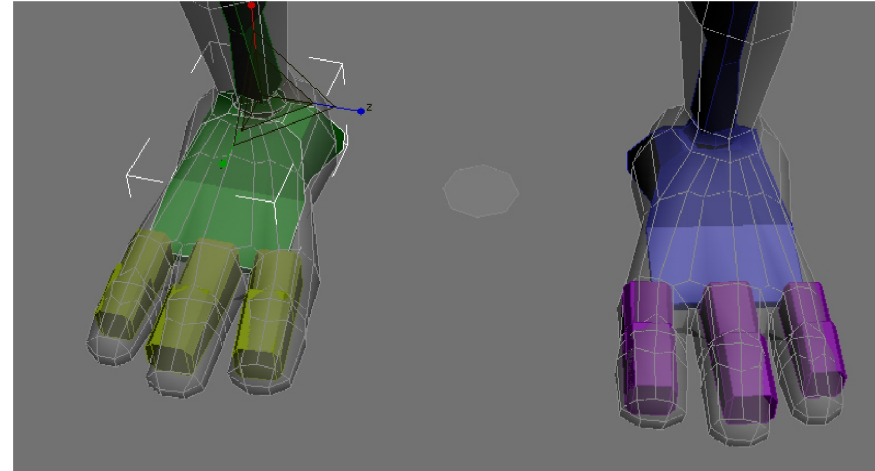
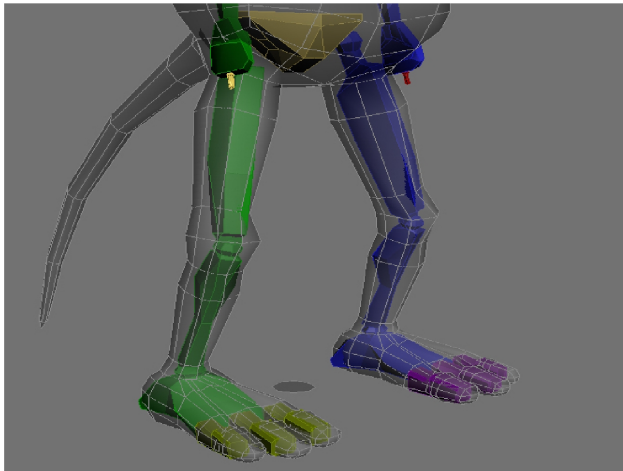
**Auswählen** des Objektmittelpunktes **“bip01”**. In der **“Bewegungs-Palette”** wählen wir den **Figur Modus**  aus, unter **“Struktur”**  **Struktur**  
**Zehen** auf **3** stellen und **Zehenverbindungen** auf **3** stellen.



1

## Einführung Charakteranimation: Erstellen und Anpassen des Bipeds

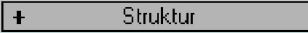
Durch **Skalierung** und **Verschiebung** der einzelnen Bones Skelett an die Form von Willy anpassen. Hilfreich ist dabei die Spurauswahl mit den Buttons “symmetrisch” und “gegenüberliegende”



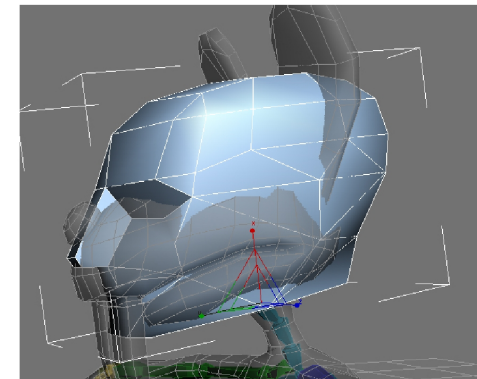
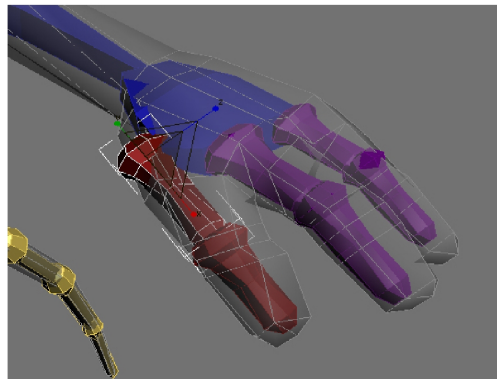
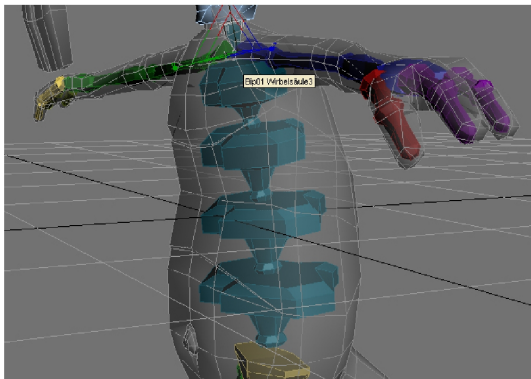
Die oberen Abbildungen zeigen die angepassten Bones der Beine und Füße des Bipeds. Sie sollten innerhalb des Modells von Willy liegen.

## Einführung Charakteranimation: Erstellen und Anpassen des Bipeds

Mit der Wirbelsäule, den Schultern und den Armen genauso verfahren

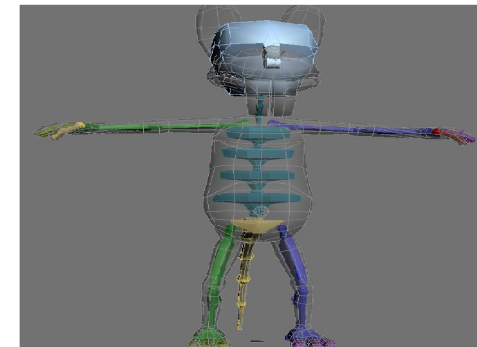
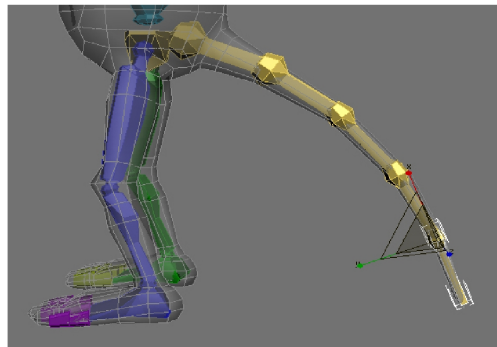
Für die Hände passend unter **„Struktur“**  auch **3** Finger und **2** Fingerverbindungen einstellen. Diese auch durch **drehen**, **skalieren** und **verschieben** an das Modell anpassen.

Die Anzahl der **Halswirbel** werden auf **3** erhöht. Ihre Form und die Form des Kopfes müssen an die von Willy angepasst werden.



Nun noch die Knochen für den Schwanz von Willy erstellen.

Hierzu wieder unter **„Struktur“** Schwanzverbindungen Wert auf **5** erhöhen. Diese an Länge und Position von Willis Schwanz anpassen.



**Das Biped-Gerüst ist damit fertig.**

3



## Einführung Charakteranimation: Erstellen und Anpassen des Bipeds


### 2. Zuweisen der Bones an Willy

In diesem Abschnitt werden wir unserem Willy das Skelett zuweisen, so dass das Modell den Bewegungen des Skeletts folgen kann.

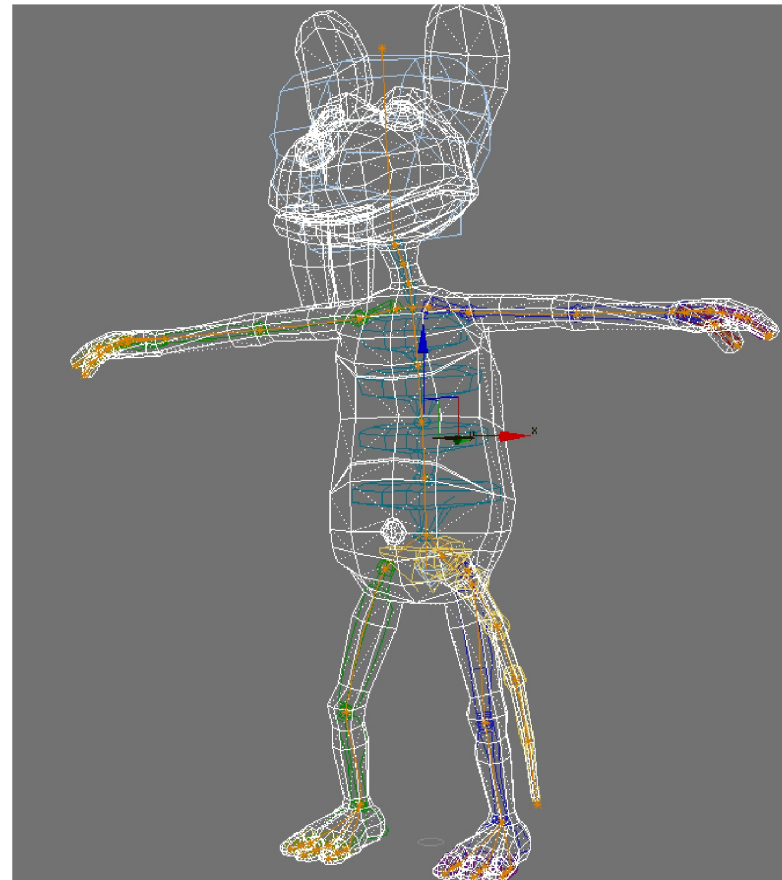
**Öffnen** der Datei **Willi\_Biped\_Pose.max**, oder vorangegangenen Abschnitt fortsetzen.

Ausgehend von Objekt Willy, **löschen** des **mesh\_smooth Modifikators** und **anwenden** des Modifikators

**Physique.**  **Physique**

Unter **Physique** auf einem **“Knoten befestigen”**  klicken, dann auf Maßemittelpunkt **“Bip01”** klicken. Dies geht am besten durch drücken der **H** Taste.

**Verdecken** des Modell von Willy.

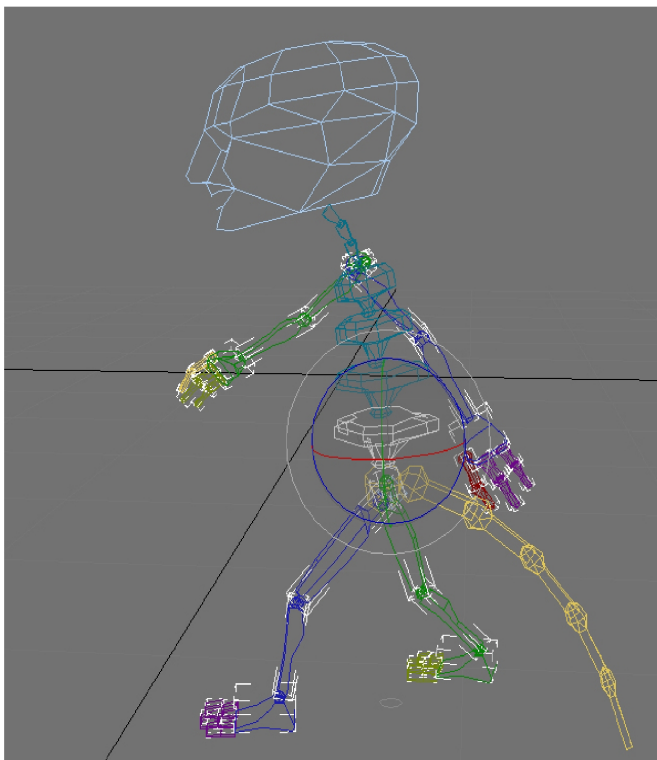


4

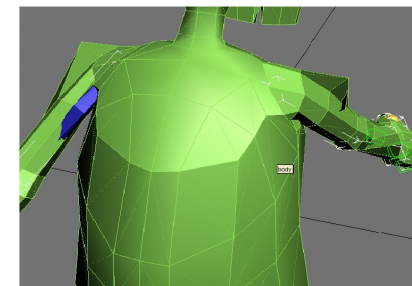
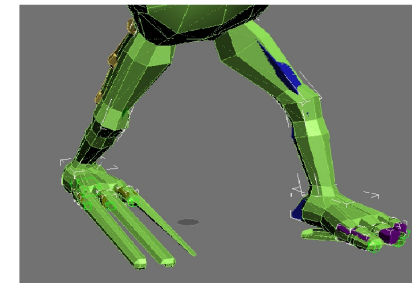
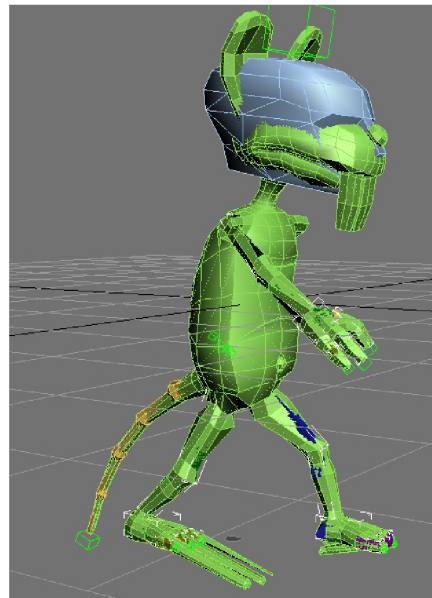
## Einführung Charakteranimation: Erstellen und Anpassen des Bipeds

Einen beliebigen **Bone auswählen** und unter der **Bewegungs-Palette Figurmodus deaktivieren**. **"Key-Info"** öffnen. Beide Oberarme und beide Oberschenkel **auswählen** und in **Frame 0** auf **"Key einstellen"** klicken.

Jetzt **"Auto-Key"** aktivieren. In **Frame 10** gehen und Arme und Beine durch **drehen** der Oberschenkel und Oberarmen in eine Laufpose bringen. **Wichtig** ist, dass in Frame 0 die Ausgangspose beibehalten wird, da wir diese Bewegungspose im Frame 10 nur zur Anpassung der Oberfläche von Willy brauchen.



Nach Einblenden des Charakters ist jetzt deutlich zu sehen dass die Hülle noch nicht richtig angepasst ist. Vor allem an den Zehen und im Beckenbereich entstehen viele Fehler. Diese werden wir im nächsten Schritt beheben



5



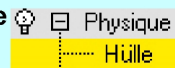
## Einführung Charakteranimation: Erstellen und Anpassen des Bipeds

### 3. Anpassen der Hülle

Damit das Netzgitter von Willy korrekt funktioniert, müssen wir die Hülleneigenschaften des Physiquemodifikators korrekt einstellen.

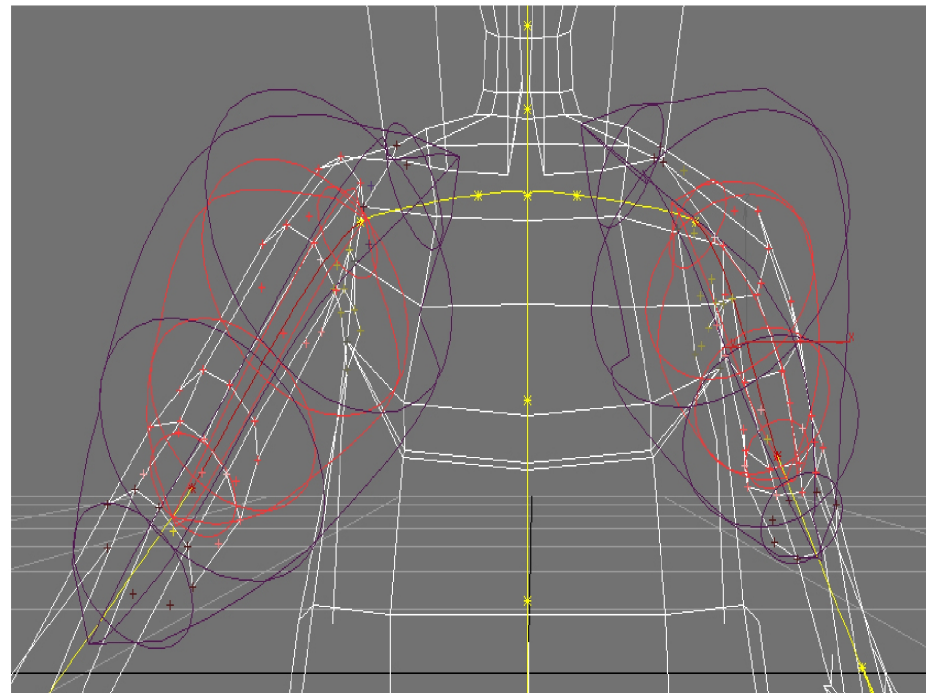
Zuerst einmal werden alle Bones **verdeckt**. Dies geht am besten durch ein Doppelklick auf das Helferobjekt "**Bip01**". Dann sollten alle Bones selektiert sein.

Am besten die **Ansicht auf Drahtgitter "F3"** stellen. Willi **auswählen** und den Modifikator **Physique** erweitern und auf **Hülle** klicken. Jetzt können wir diese anpassen.



Die einzelnen Linien, die jetzt gelb dargestellt sind, verlaufen entlang der Bones und entsprechen der Mittelachse der Hüllenverbindungen. Wählen wir eines davon aus, so können wir durch Anpassen der blauen Kreise den Einflussbereich der Bones auf das Netzgitter verändern.


In der rechten Abbildung ist dargestellt, wie man durch Änderung der Verschmelzungshülle die Schultern so anpasst, dass sie richtig auf das Modell wirken.



## Einführung Charakteranimation: Erstellen und Anpassen des Bipeds

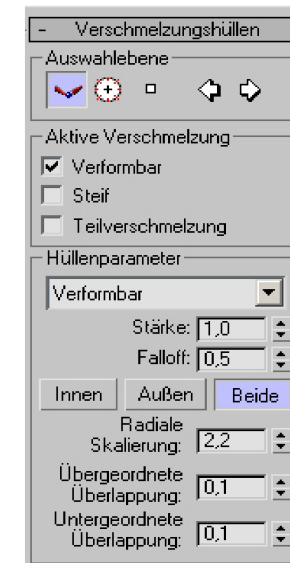


Mit dem Unterarm genauso verfahren und die Hülle hier weiter **anpassen**.

Über **Auswahlebene** lassen sich die **Verbindungen**,  **Querschnitte**  und **Steuerpunkte**  anpassen, damit sich die Oberfläche korrekter verhält.

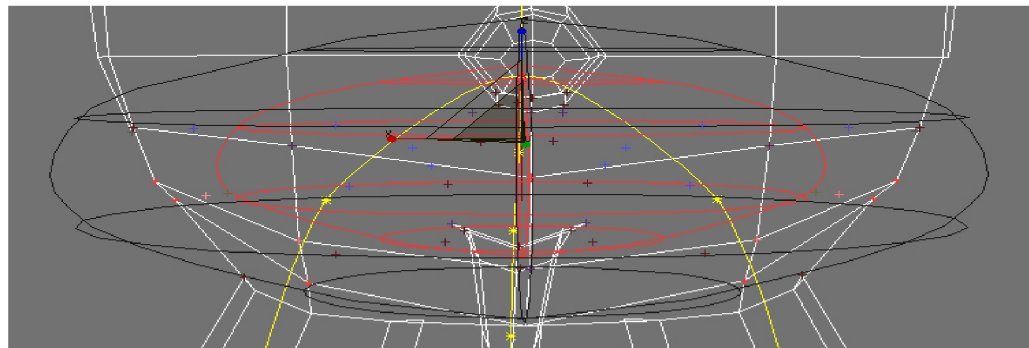
Dieser Arbeitsschritt ist auf den ersten Blick sehr unübersichtlich und aufwändig. Er ist jedoch notwendig, damit sich Willy beim späteren animieren korrekt verhält.

Allerdings lassen sich die Hüllenparameter auch später noch verändern, so dass bei weiteren Fehlern im Netzgitter immer noch Änderungen durchgeführt werden können.



Im nächsten Arbeitsschritt ist die Hüfte an der Reihe.

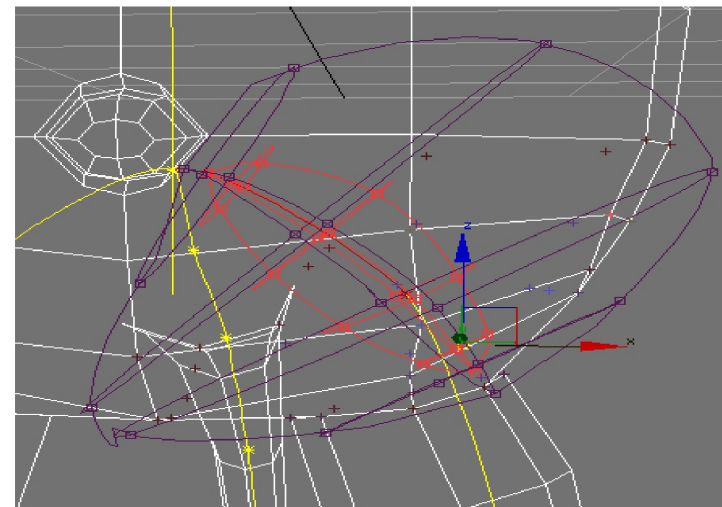
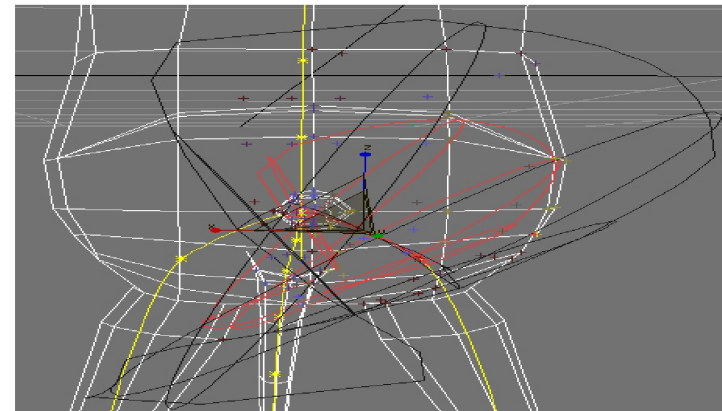
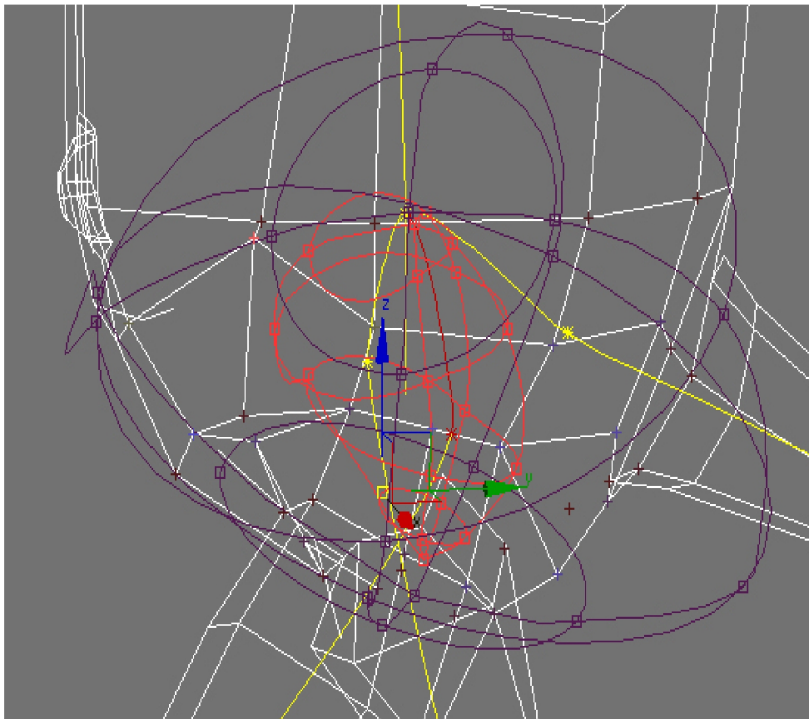
Mittlere Hüfte **auswählen** und so **vergrößern**, dass das Becken innerhalb der äußeren Hülle liegt.



7

## Einführung Charakteranimation: Erstellen und Anpassen des Bipeds

Jetzt ist die linke Hüftverbindung an der Reihe. Diese ist am oberen Ende stark verdreht. Das kann behoben werden, indem die Parameter für **übergeordnete Überlappung** und **untergeordnete Überlappung** geändert werden. Außerdem müssen die Steuerpunkte solange angepasst werden, bis sich die Oberfläche korrekt verhält.



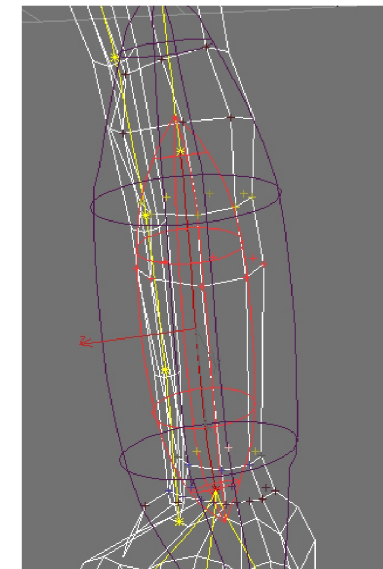
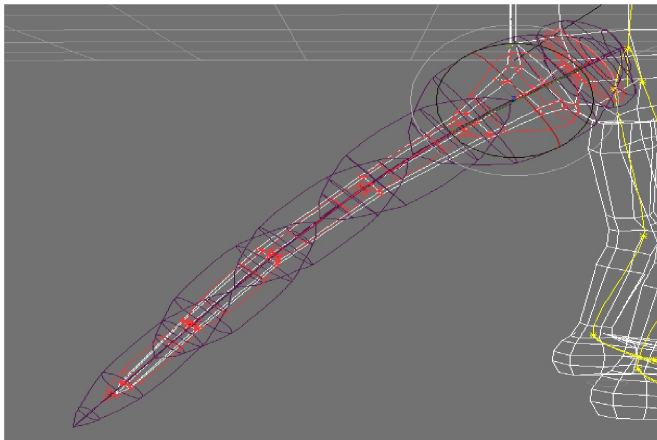
8

## Einführung Charakteranimation: Erstellen und Anpassen des Bipeds

Die Hüllenparameter der linken Hüfte werden jetzt unter Bearbeitungsbefehle **kopiert** und auf der rechten Seite **eingefügt**. Auch hier müssen noch einige Steuerpunkte **angepasst** werden.

Als nächstes sind die Beine an der Reihe. Dazu müssen die Radien durch **Skalierung** verändert und die **übergeordnete** und **untergeordnete Überlappung angepasst** werden. Auch diese werden nach der Anpassung auf die Hülle des rechten Beines kopiert.

Bei den Füßen brauchen nur an den Zehenspitzen die **übergeordnete Überlappung erhöht** zu werden. Wenn der Zeitschieber jetzt bewegt wird, sollte sich die Oberfläche korrekt verhalten.



Links ist ein Bild des **angepassten** Schwanzes zu sehen.

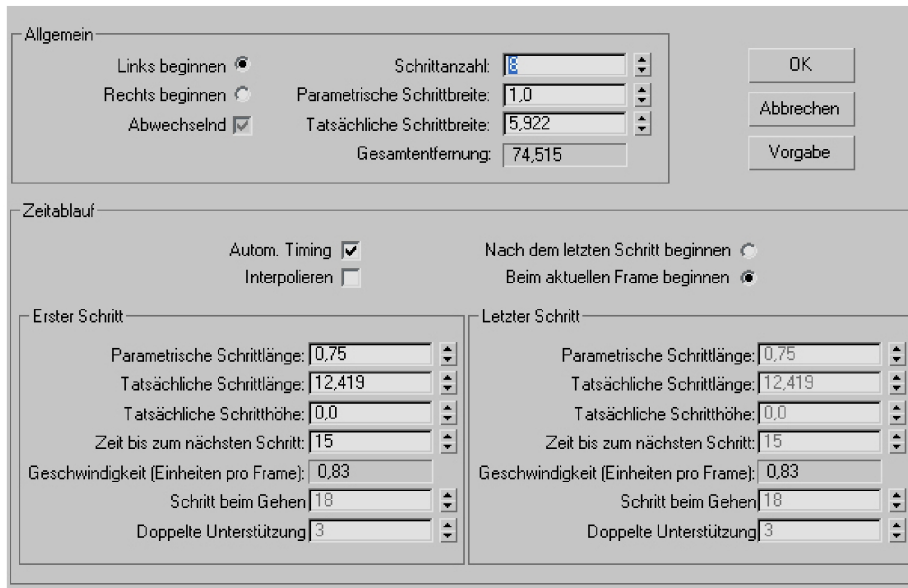
Wenn sich die Haut jetzt überall korrekt verhält, können die Keys in Frame 10 wieder **gelöscht** werden.

**Die Hülle ist nun fertig angepasst und der Charakter kann im nächsten Tutorial animiert werden.**

## Einführung Charakteranimation: Erstellen eines individuellen Gehzyklus

### 1. Gehzyklus erstellen

Im vorangegangenen Tutorial haben wir uns schon einmal kurz mit dem Animieren eines Bipeds beschäftigt. In diesem Tutorial wollen wir uns den Modifikationsmöglichkeiten eines Gehzyklus widmen, um einen individuellen Gang zu erstellen.




Laden der Datei „Willy\_gehn\_start.max“.

Einen Bone des Bipeds **auswählen**.

In der **Bewegungspalette**  auf „Schrittmodus“

 klicken und „gehen“  auswählen.

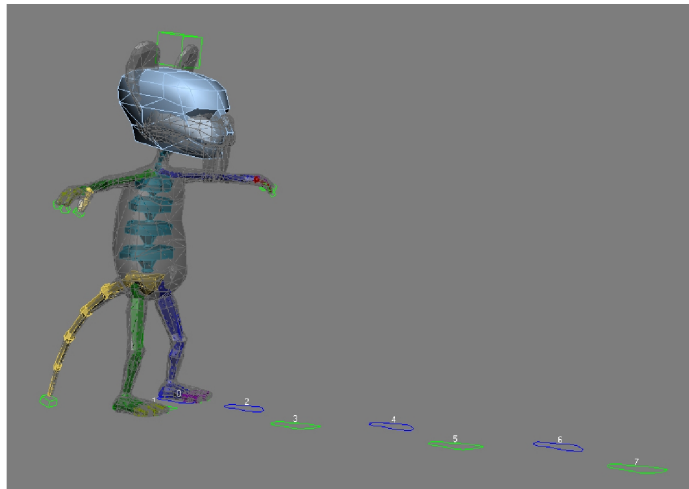
Danach auf „**mehrere Schritte erstellen**“  klicken.

Ein neues Fenster öffnet sich.


Schrittzahl auf **8** stellen und **OK** klicken.

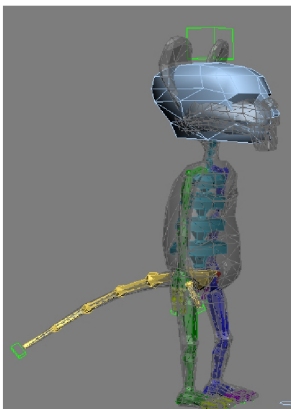


## Einführung Charakteranimation: Erstellen eines individuellen Gehzyklus

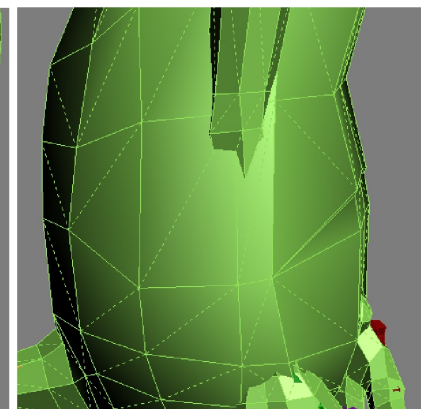
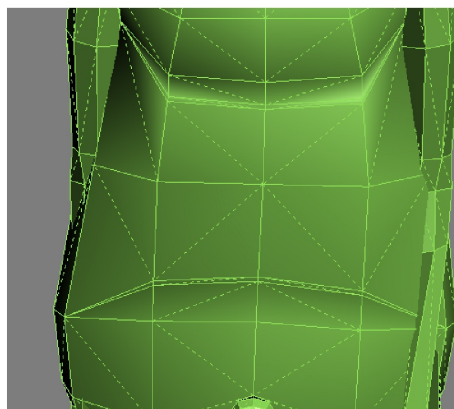


Nun wurden 8 Schritte erstellt, die sich auf dem Boden befinden. Das Biped ist jedoch noch nicht den Schritten zugewiesen.

Um die Schritte zuzuweisen unter **Schrittoperationen** auf „**Keys für inaktive Schritte erstellen**“  klicken.



Die Keys für die 8 Schritte wurden nun automatisch erstellt. Wenn die Animation abgespielt wird, ist deutlich zu sehen das die Arme den Körper durchschneiden. Außerdem sieht die Animation nicht sonderlich lebendig aus. Die Lösung für dieses Problem ist die manuell Veränderung der einzelnen Keys.



## Einführung Charakteranimation: Erstellen eines individuellen Gehzyklus

### 2. Gehzyklus anpassen

Den **Schrittmodus deaktivieren** und den Charakter **infrieren**, damit dieser nicht mehr selektiert werden kann. Jetzt können nur noch seine Bones ausgewählt werden.

Auf **Auto-Key**  klicken und den **Key-Modus**  aktivieren. So können ausschließlich die automatisch erstellten Keys manipuliert werden. Das erleichtert das Arbeiten.

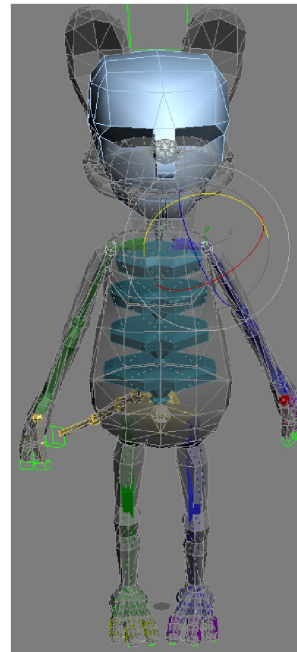
Die Oberarm-Bones selektieren und auf symmetrisch klicken.



Jetzt in allen erstellten Keys die Oberarme leicht nach außen drehen bis sie den Oberkörper nicht mehr durchdringen. Dabei müssen diese **nicht** immer 100-prozentig gleich rotiert werden. So entsteht eine individuellerer Bewegung der Arme.

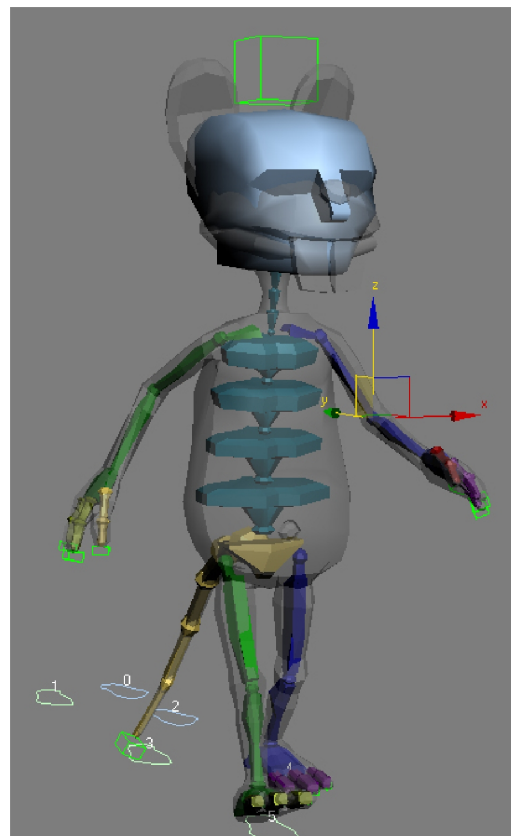
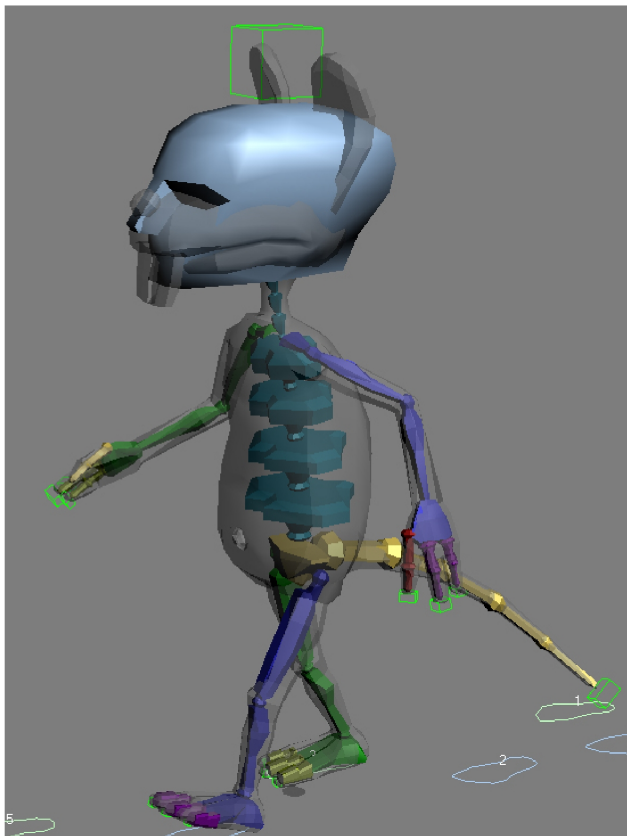
Die Füße stehen zu sehr nach innen. Dies kann behoben werden, indem der **Schrittmodus** noch einmal aktiviert wird, **Auto-Key** deaktiviert und die einzelnen Schritte jeweils um ca. 10 Grad nach außen gedreht werden.

Bevor die restlichen Bones des Bipedes angepasst werden muss der **Schrittmodus** wieder deaktiviert und **Auto-Key** aktiviert werden.



## Einführung Charakteranimation: Erstellen eines individuellen Gehzyklus

Die Drehung der Arme ist noch etwas steif. Diese sollten sich weiter nach hinten und nach vorne **bewegen** um den Gang an den Charakter anzugleichen. Außerdem können sie sich mehr **beugen**. Die Hände können auch noch ein wenig nach innen **gedreht** werden. Dazu müssen nur die Hände in den jeweiligen Keys bewegt werden.



Die Hände noch ein wenig nach innen rotieren.

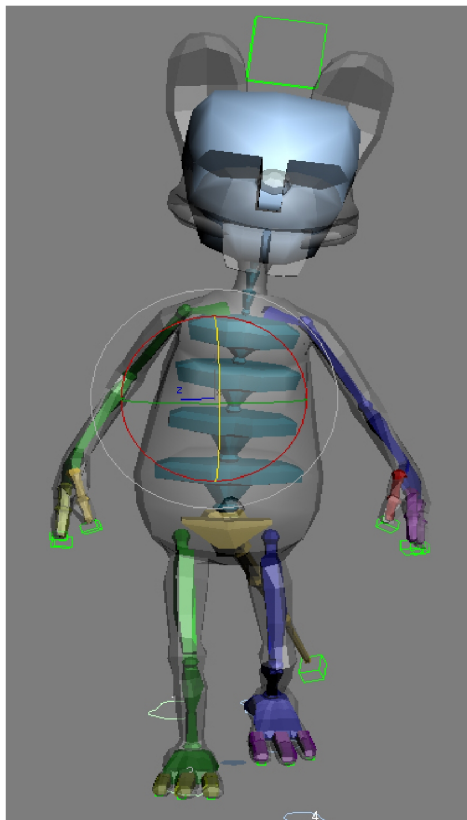


4

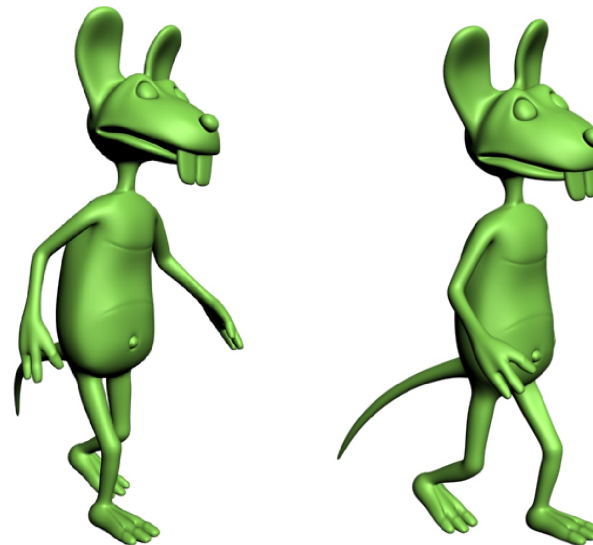


## Einführung Charakteranimation: Erstellen eines individuellen Gehzyklus

Als letztes wird die Hüfte beim Aussetzen der Füße etwas weiter nach unten **bewegt**. Die Wirbelsäule nach links und rechts **gedreht** (dabei alle Wirbelsäulen-Bones **selektieren**), so das ein leichtes Schlenkern entsteht. Der Kopf bekommt auch noch ein leichtes Wippen nach links, rechts und nach vorne.



Nun kann das Biped **ausgeblendet**, der Charakter wieder **freigegeben** und ihm ein **mesh smooth Modifikator** zugewiesen werden. Mit **alt + x** „durchsichtig“ deaktivieren und die Animation ist fertig.



Diese kurze Einführung soll einen Überblick über die Animationsmöglichkeiten eines Bipeds mithilfe des Schrittmodus geben. Je nach dem wie das gewünschte Ergebnis aussehen soll, kann die manuelle Anpassung einiges an Zeit in Anspruch nehmen. Das fertige Ergebnis ist in der Datei **Willy\_gehn\_finsh.max** zu finden.

## Glossar

Bipeds	Charakter Studio interne fertig definierte Skelettgerüst
Bones	Hilfsobjekte in 3dsmax mit denen ein Charakter animiert werden kann
Clothing	(engl.: Bekleidung) Hinzufügen von Kleidung zu einem Charakter
Facial Animation	(engl.: Gesichtsanimation) beschreibt die Gesichtsanimation von Charakteren in Form von Mimik und Lippenbewegung bei Sprache.
Grafik-Engines	Software zur Berechnung und grafischen Darstellung einer virtuellen Umgebung auf einem Computersystem
High-Polygon Charaktere	(engl.: viel Flächen) Charaktere bestehen aus mehr als 5000 Flächen
Kinematik	(gr.: kinema, Bewegung) ist die Lehre der Bewegung von Punkten und Körpern im Raum
Low-Polygon Charaktere	(engl.: wenig Flächen) Charaktere bestehen aus weniger als 5000 Flächen
Mesh	(engl.: Netz) Netzgitter aus dem ein 3D Objekt besteht
Morphing	(engl.: Verwandlung) In der 3D Animation Veränderung eines Objektes unter Zuhilfenahme eines Referenzobjektes.

---

Motion-Capture	(engl.: Bewegungserfassung) Erfassen der Bewegungsdaten eines realen Objektes und übertragen dieser auf ein virtuelles
Multi-layered Modelle	(engl.: mehrfach Ebenen Modelle) Charakterarchitektur bestehend aus dem Mesh, den muskulären Systemen und den Massensystemen, sowie dem inneren Skelett, des Charakters
NURBS	Non-Uniform Rational Bezier-Splines (engl.: nicht-einheitliche rationale Bezier-Linien)
NURBS Modellierung	Modellierungsverfahren auf Basis der NURBS
Oberflächen Modelle	Charakterarchitektur bestehend aus dem Mesh des Charakters und seinem inneren Skelett
Patch	(engl.:Oberfläche) bestehend aus mehreren Polygonen definiert durch Splines
Polygonen	(engl.: Flächen) innerhalb eines Netzgitters die durch Scheitelpunkt begrenzt sind
Pre-rendered Charaktere	(engl.: Vor-berechneter Charaktere) welche mit Hilfe einer bestimmten Software schon berechnet wurden
Realtime Charaktere	(engl.: Echtzeit Charaktere) Sie werden in Echtzeit auf einem System berechnet
Rigging	(engl.: einrichten) beschreibt das Setup eines Charakter im Bezug auf die Kinematik seines Skelettgerüsts und der Zuweisung seiner Hautverformung

Secondary Motion	(engl.: zweitrangige Bewegung) Animation zusätzlicher Objekte eines Charakters
Shapes	(engl.: Form) bestehen aus einem geschlossenen Spline
Skinning	(engl.: Hautbildung) Anpassen der Oberfläche eines Charakters an dessen Skelett
Spline	(engl.: Linien) in einer 3D Software definiert durch Scheitelpunkte
Spline-Patch-Käfig-Modellierung	Modellierungsverfahren auf Basis von Splines
Subdivision-Modellierung	Modellierungsverfahren zum Erstellen von Objekten mit einer 3D Software

---

## Literaturverzeichnis

Piesk, Jens: Natürlichsprachliche Interaktion mit autonomen 3D Charakteren - Konzeption und Implementierung eines virtuellen Darstellers als dialogfähigen Agenten. - 1997. - Köln, Universität Paderborn, Diplomarbeit, 1997

Jackel, D.; Neunreither, S.; Wagner, F.: Methoden der Computeranimation. - 1. Auflage. - Berlin: Springer Verlag, 2006

Tran, Johannes: Character Animation. 2006. - Saarbrücken, Universität des Saarlandes, Seminausarbeitung, 2006

Olmos, Pablo: Virtuelle Charaktere mit 3dsmax – Modeling, Charakter-Setup, Animation. - 1. Auflage. - Bonn: Galileo Press, 2004

Hiedel, R.; Rendelmann, R.; Wolther, J.: 3ds max 4 Professional Studio. - 1. Auflage. - Düsseldorf: Data Becker, 2001

Güdükbay, U.; Özgüç, B.; Memisoglu, A.; Şahin Yesi, M.: Modeling, Animation and Rendering of Human Figures. - In: Three-Dimensional Television. - Berlin: Springer Verlag, 2008

Wibbe, S.; Pollmann, I.; Wollschläger, D.: character studio v3. - 1. Auflage. - Bonn: Galileo Press, 2002

Weiss, Claudia: Inverse Kinematik, 2002, Ulm, Universität Ulm, Proseminar Computergrafik, 2002

3D Studio MAX v2.5 Benutzerhandbuch, Autodesk 1997

3dsmax Benutzerreferenz

daz3d.com: URL:<[http://www.daz3d.com/i/software/daz\\_studio3/download?\\_m=d](http://www.daz3d.com/i/software/daz_studio3/download?_m=d)>,  
15.08.2009

aoi.sourceforge.net: Art of Illusion. URL:<<http://aoi.sourceforge.net/index>>,  
15.08.2009

wings3d.com: URL:<<http://www.wings3d.com>>, 15.08.2009

mentallib.planetunreal.gamespy.com: URL:<<http://mentallib.planetunreal.gamespy.com/Tutorial/Images/UI.jpg>>

images.gamedev.net:  
URL:<<http://images.gamedev.net/features/reviews/cinema4d9/Image2.gif>>

golem.de: id Software spricht über Interna der Enige für Rage. URL:<<http://www.golem.de/0908/68902.html>>, 10.08.2009

cryengine2.com: CryENGINE 2 – Specifications. URL:<<http://www.cryengine2.com/?pnr=1&conid=2>>, 10.08.2009

shacknews.com: URL:<<http://www.shacknews.com/screenshots.x?gallery=8087#img103546>>, 20.03.2009

crysiswarhead.ea.com: URL:<<http://crysiswarhead.ea.com/media/p/8.aspx>>,  
20.03.2009

URL:<[http://www.querocolorir.com.br/imagen/toy-story\\_164/toy-story\\_01.jpg](http://www.querocolorir.com.br/imagen/toy-story_164/toy-story_01.jpg)>,  
20.03.2009

cinepaenz.de: URL:<<http://www.cinepaenz.de/04/images/iceage.jpg>>, 20.03.2009

david-vision-systems.de: DAVID Vision System, URL:<<http://www.david-vision-systems.de>>, 08.08.2009

lynda.com: Character Rigging in Discreet 3dsmax 6.  
URL:<<http://www.lynda.com/home/DisplayCourse.aspx?lpk2=94>>, 01.08.2009

cgcharacter.com: Absolute Character Tool.  
URL:<[http://www.cgcharacter.com/act\\_pro16.html](http://www.cgcharacter.com/act_pro16.html)>, 05.08.2009

wikipedia.org

[1 ] Motion Capture. URL:<[http://de.wikipedia.org/wiki/Motion\\_Capture](http://de.wikipedia.org/wiki/Motion_Capture)>,  
10.08.2009

[2] Tutorial. URL:<<http://de.wikipedia.org/wiki/Tutorial>>, 10.08.2009

[3] Video-Anleitung. URL:<<http://de.wikipedia.org/wiki/Video-Anleitung>>,  
05.08.2009

[4] Muskulatur. URL:<<http://de.wikipedia.org/wiki/Muskulatur>>, 08.06.2009

[5] Rigging. URL:<[http://de.wikipedia.org/wiki/Rigging\\_\(Animation\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Rigging_(Animation))>,  
15.03.2009

[6] Kinematik. URL:<<http://de.wikipedia.org/wiki/Kinematik>>, 15.08.2009

[7] Game-Engine. URL:<<http://de.wikipedia.org/wiki/Game-Engine>>,  
25.06.2009

## **Erklärung**

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

---

Bearbeitungsort, Datum

---

Unterschrift